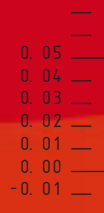
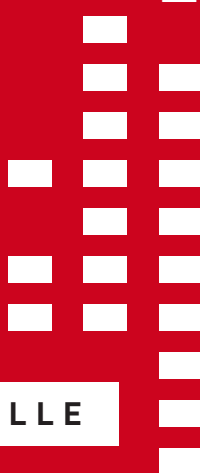


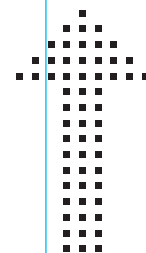
CENTRE DE PHYSIQUE DES PARTICULES DE MARSEILLE

,

RAPPORT D'ACTIVITÉ 1998 / 1999



SOMMAIRE



<u>Avant-propos</u>	4
<u>Les activités de physique</u>	7
<u>Les activités techniques et administratives</u>	33
<u>Enseignement et formation</u>	48
<u>Formation permanente</u>	52
<u>Diffusion de l'information scientifique et technique</u>	55
<u>Informations générales</u>	72
<u>Sigles et index</u>	78

AVANT-PROPOS

Le Centre de Physique des Particules de Marseille est une Unité Mixte de Recherche, CNRS/IN2P3 et Université de la Méditerranée. Les axes de recherche du laboratoire sont la **Physique des Particules**, physique des constituants élémentaires de la matière et leurs interactions, et l'**Astroparticule**, domaine à la frontière commune avec l'astrophysique, constitué d'expériences d'observation des particules élémentaires dans l'Univers.

Le laboratoire participe au sein de collaborations internationales à des expériences au Cern (Genève), à Desy (Hambourg) et à Fermilab (près de Chicago). Il prépare également les détecteurs de la physique auprès du futur grand collisionneur hadronique, LHC, au Cern et le détecteur des neutrinos cosmiques sous la mer.

Le présent rapport d'activité couvre une période marquée par des découvertes, des avancées et des progrès dans tous les domaines de recherche du laboratoire.

La découverte, par l'expérience CPLEAR, de la violation de la symétrie par renversement du temps et les tests précis de la symétrie CPT, constituent, avec la mise en évidence d'une violation directe de CP à Fermilab et au Cern, des résultats remarquables pour la compréhension des symétries discrètes dans le système des kaons neutres.

Atlas a franchi des étapes importantes : après les tests du prototype des bouchons du calorimètre électro-magnétique, leur construction est en cours de préparation et devrait commencer avant l'été 2000. Les développements des circuits analogiques pour le détecteur à pixels ont permis la production d'une matrice en technologie durcie aux radiations, équipant un module démonstrateur de 10 cm², pour le Rapport Technique de ce détecteur. Les travaux de conception du prototype de ferme de

processeurs pour le filtrage des événements en temps réel ont été validés à grande échelle.

L'année 1999 a vu la conclusion de quatre années de Recherche et Développement pour le détecteur de neutrinos cosmiques, Antarès, après le déploiement réussi de la ligne « démonstrateur » au large de Marseille. La deuxième phase du projet Antarès est maintenant engagée, suite à l'approbation de la proposition d'expérience pour la construction d'un détecteur de l'ordre de 0.1 km². Celui-ci devrait être opérationnel vers 2003 et permettre la détection de neutrinos de haute énergie, la recherche de neutralinos, candidats à la matière noire de l'Univers, et l'étude des oscillations de neutrinos atmosphériques au voisinage des observations que suggère Super Kamiokande.

Aleph a finalisé les analyses de données acquises à l'énergie du Z⁰, pour les tests précis du Modèle standard, et apporté des contributions importantes dans la recherche du Higgs, des particules supersymétriques et les contraintes sur l'observation future d'une nouvelle physique.

Le groupe H1 a conquis une position reconnue dans la recherche de processus rares et de phénomènes nouveaux à grande impulsion transverse. La mise en évidence d'événements avec muons isolés en est un exemple des plus intrigants.

Le laboratoire s'est engagé depuis 1998 sur l'expérience D0 à Fermilab. L'équipe du CPPM prépare activement la prise de données, prévue pour 2001, en participant à la construction du détecteur de vertex, à la calibration du calorimètre électromagnétique et à la simulation rapide des performances du détecteur.

L'expérience LHCb pour l'étude de la violation de CP dans le secteur de la beauté auprès du LHC a été approuvée par le directoire du Cern en septembre 1998. L'équipe LHCb du laboratoire est

chargée de la réalisation du processeur, dédié à l'identification des muons, en vue de la sélection d'événements contenant un méson beau.

De 1996 à 1999, le laboratoire a élargi son champ d'expérimentation hors accélérateur, en s'investissant dans la détection des neutrinos cosmiques Antarès, enrichi son potentiel de découverte dans un avenir proche, en participant à l'expérience D0 à Fermilab et complété sa présence dans la physique auprès du LHC, en s'engageant dans le projet LHCb. Ces évolutions ont pu être

réalisées grâce à la présence de nos services techniques et administratif qui ont su diversifier et renouveler efficacement leur soutien technique et logistique.

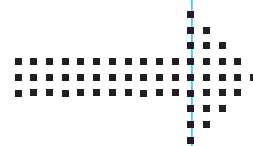
Ce rapport d'activité a été réalisé sous la responsabilité de Renaud Le Gac en collaboration avec le Service Administratif.

ELIE ASLANIDES
DIRECTEUR DU CENTRE DE PHYSIQUE
DES PARTICULES DE MARSEILLE



L'extension de nos locaux vient compléter nos installations techniques pour mieux assurer le démarrage de la construction et de l'assemblage des grands détecteurs Atlas et Antarès.

LES ACTIVITÉS DE PHYSIQUE



ALEPH	8
ANTARES	12
ATLAS	16
CPLEAR	22
D0	24
H1	26
LHCb	30
Participation au Groupement de Recherche SUSY	32

ALEPH

Aleph est une des quatre expériences qui est installée auprès du collisionneur électron-positron, le LEP, au Cern. Le groupe Aleph assume ses responsabilités sur le détecteur, et contribue à diverses analyses de physique. En 1998 et 1999, nous avons finalisé nos études dans la physique des mésons beaux, avec les données LEP 1, et diversifié nos activités avec la montée en énergie du LEP. Nous nous sommes investis dans la recherche de nouvelles particules comme le boson de Higgs et dans des mesures électrofaibles telles que la mesure de la section efficace de production de la paire de bosons W^+W^- .

J.-J. AUBERT, A. BONISSENT, J. CARR, P. COYLE, C. CURTIL, A. EALET, D. FOUCHEZ, T. KACHELHOFFER, O. LEROY, F. MOTSCH, D. ROUSSEAU, M. THULASIDAS, A. TILQUIN

Le collisionneur électron-positron du Cern, LEP, a fonctionné six années à une énergie égale à la masse du boson Z^0 . Depuis 1995, il monte progressivement en énergie. Il a atteint le seuil de production de la paire de bosons W^+W^- puis celui de la paire de bosons Z^0 en 1998. Il a franchi le seuil des 200 GeV en 1999. Cette performance remarquable a ouvert une fenêtre d'énergie pour la recherche de nouvelles particules. Elle a aussi permis d'améliorer les tests de précision du Modèle standard.

Pendant ces deux dernières années, l'équipe Aleph du CPPM a finalisé ses études sur la mesure de la fréquence d'oscillation du méson B_s avec l'ensemble des données enregistrées à la masse du boson Z^0 . La montée en énergie de la machine nous a permis de diversifier nos analyses. Nous contribuons fortement à la recherche de nouvelles particules, comme le boson de Higgs et les particules supersymétriques avec violation de la R-parité. Par ailleurs, nous jouons un rôle majeur dans la mesure de la section efficace de production de la paire de bosons W^+W^- .

En parallèle de nos analyses de physique, nous sommes responsables du détecteur de vertex et du système de distribution de gaz pour le calorimètre électromagnétique. Nous assurons aussi la maintenance du détecteur de vertex, son alignement et celui de l'ensemble du détecteur Aleph.

MESURE DE LA FRÉQUENCE D'OSCILLATION DU MÉSON B_s

Pour mesurer la fréquence d'oscillation du méson B_s , nous utilisons l'ensemble des prises de données à la masse du Z^0 . Nous enrichissons le lot en mésons beaux en sélectionnant les événements contenant des leptons de grande impulsion transverse. Une analyse en amplitude du temps de désintégration, des mésons beaux contenus dans l'échantillon, montre que la fréquence d'oscillation du

méson B_s est supérieure à 9.5 ps^{-1} à 95 % de niveau de confiance. C'est actuellement la meilleure limite connue. Nous avons aussi effectué une seconde analyse basée sur la reconstruction complète d'événements contenant un méson D_s . En combinant ces deux analyses, la limite augmente jusqu'à 9.6 pb^{-1} . Elle est représentée sur la Figure 1. Cette limite est intéressante car elle donne des contraintes significatives sur la matrice de Cabbibo-Kobayashi-Maskawa qui décrit le mélange des quarks dans le Modèle standard.

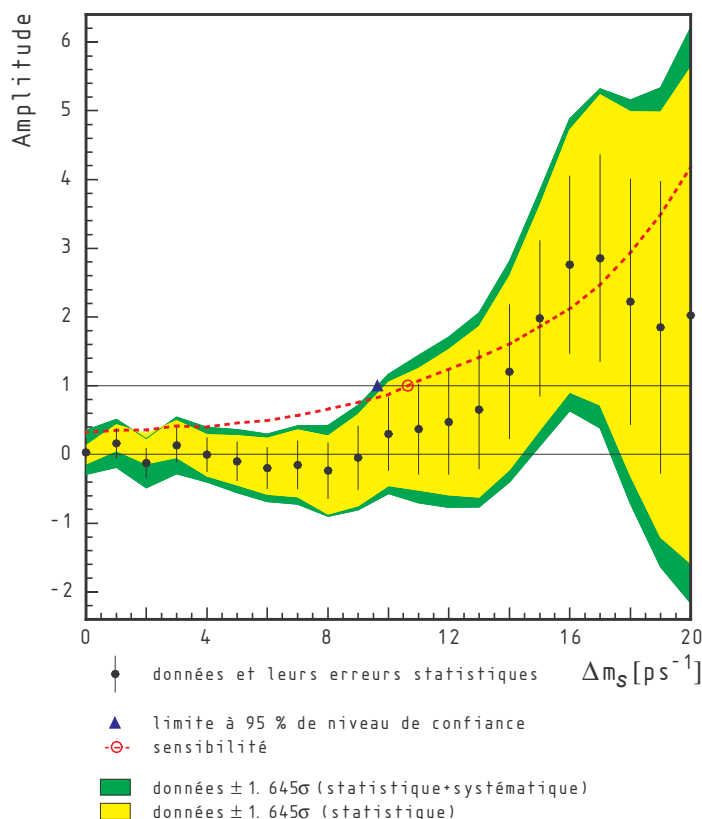


FIGURE 1 :

Amplitude d'oscillation du méson B_s mesurée en fonction de la fréquence d'oscillation Δm_s . Les barres d'erreurs représentent l'incertitude totale à 68% de niveau de confiance et la bande de couleur jaune montre le contour à 95% de niveau de confiance avec et sans les erreurs systématiques.

RECHERCHE DU BOSON DE HIGGS

Dans le cadre du Modèle standard, le boson de Higgs est produit en association avec un boson Z^0 . Par contre, dans le Modèle standard supersymétrique minimal, deux bosons de Higgs sont produits simultanément. Dans ces deux modèles, les bosons de Higgs se désintègrent essentiellement en une paire de quark-antiquark beaux. En conséquence, l'étiquetage des mésons beaux est un outil crucial pour la recherche de cette particule. Il est basé sur la reconstruction d'un vertex déplacé dans le détecteur de vertex.

Nous avons beaucoup contribué à cette recherche en développant des algorithmes pour l'étiquetage des mésons beaux, en définissant des critères de sélection plus efficaces et en optimisant les performances du détecteur de vertex. Avec les

prises de données de 1998, Aleph a exclu, à 95% de niveau de confiance, un Higgs standard de masse inférieure à $90.2 \text{ GeV}/c^2$ et un Higgs supersymétrique de masse inférieure à $80.8 \text{ GeV}/c^2$.

L'absence expérimentale du boson de Higgs a motivé une recherche plus exotique. Par exemple, dans le modèle à deux doublets, les bosons de Higgs ne peuvent pas se désintégrer en deux fermions. Ces bosons de Higgs fermiophobiques se désintègrent principalement en deux photons. Nous avons fait une recherche dans ce canal de désintégration en utilisant toutes les prises de données jusqu'à 189 GeV. Le contour d'exclusion obtenu est montré sur la Figure 2, en fonction de la masse du boson de Higgs. Nous avons exclu un Higgs fermiophobique de masse inférieure à $96 \text{ GeV}/c^2$ à 95% de niveau de confiance.

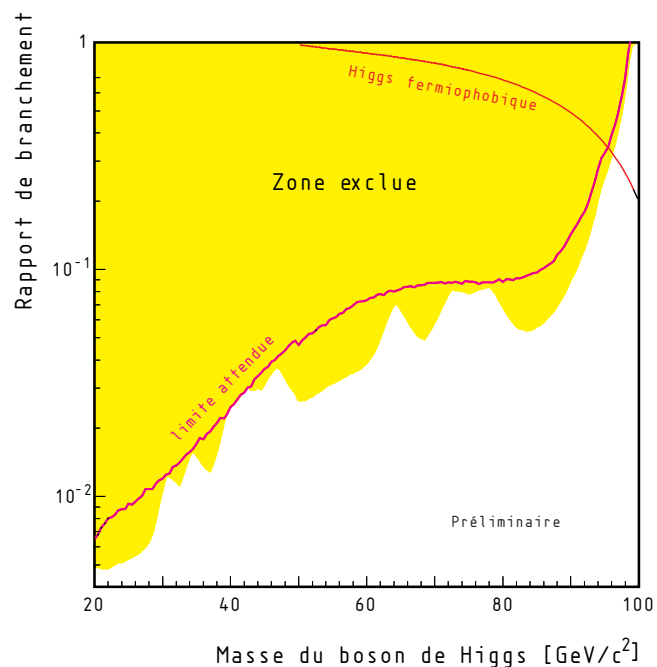


FIGURE 2 :

Contour d'exclusion en fonction de la masse pour un boson de Higgs fermiophobic qui se désintègre en deux photons.

RECHERCHE DES PARTICULES SUPER-SYMMÉTRIQUES AVEC VIOLATION DE LA R-PARITÉ

Dans le Modèle standard supersymétrique minimal, la symétrie discrète, R-parité, est imposée arbitrairement pour empêcher la désintégration rapide du proton. Cette symétrie garantit la

conservation simultanée des nombres leptonique et baryonique dans les désintégrations. Or, la stabilité du proton peut être obtenue d'une manière plus économique en conservant le nombre leptonique ou le nombre baryonique, mais pas les deux simultanément.

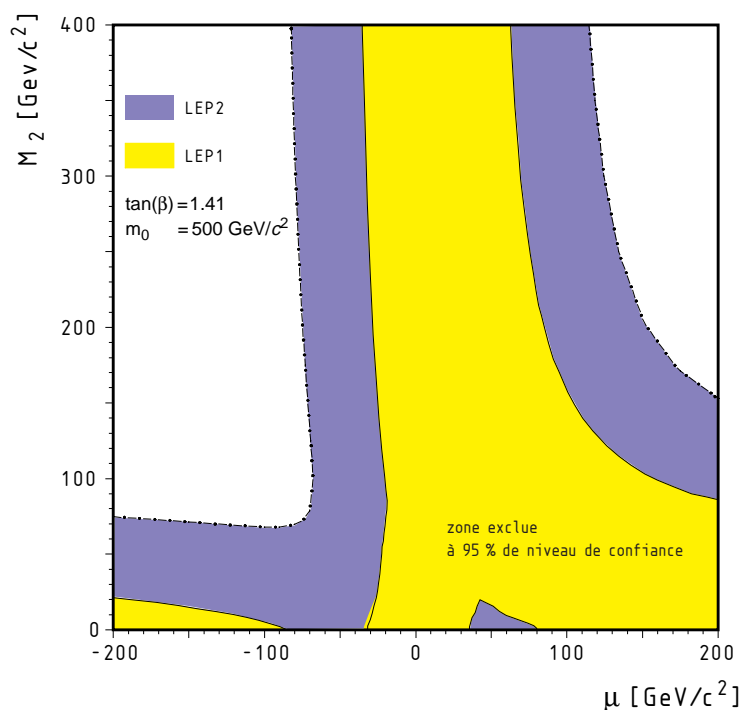


FIGURE 3 :

Contour d'exclusion sur les paramètres du Modèle supersymétrique minimal. Il a été obtenu avec les données de LEP 2 jusqu'en 1998, avec une recherche de charginos et neutralinos dans le cas où la symétrie discrète R-parité est violée.

Nous avons étudié des scénarii de désintégration de particules supersymétriques avec violation du nombre baryonique. Ces désintégrations sont caractérisées par une grande multiplicité de jets dans l'état final. Nous n'avons pas observé de telles signatures. Les limites inférieures obtenues sur les masses des particules supersymétriques sont similaires aux limites déterminées avec conservation de la R-parité. La Figure 3 représente

le contour d'exclusion obtenu dans cette analyse sur les paramètres du modèle supersymétrique.

Plus récemment nous avons commencé une étude des désintégrations du partenaire supersymétrique du neutrino, le sneutrino, avec violation du nombre leptonique. Nos études préliminaires indiquent qu'un sneutrino de masse inférieure à $180 \text{ GeV}/c^2$ pourrait être découvert avec les données du LEP.

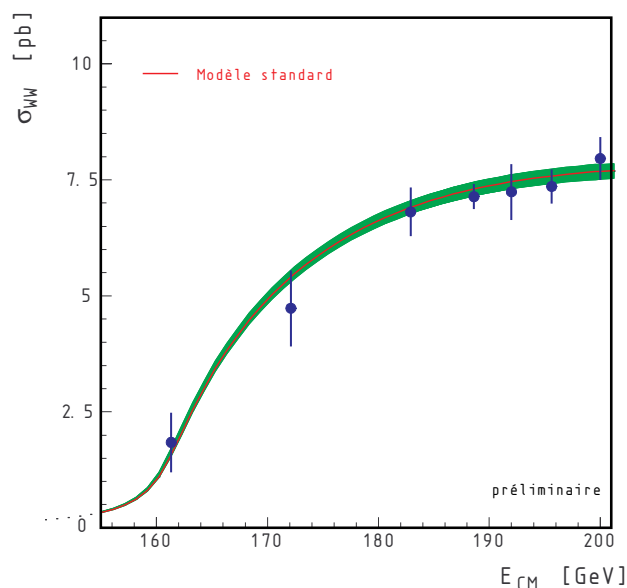


FIGURE 4 :

Mesure en temps réel de la section efficace totale de production : $e^+ e^- \rightarrow W^+ W^-$.

MESURE DE LA SECTION EFFICACE DE PRODUCTION DE LA PAIRE DE BOSON $W^+ W^-$

Une vérification importante du Modèle standard est la mesure de la section efficace de production de la paire de bosons $W^+ W^-$. En effet, une nouvelle physique pourrait modifier sensiblement la section efficace prédite par le Modèle standard. Un test significatif est possible depuis que le LEP a franchi l'énergie de 160 GeV.

Nous sommes responsables de la mesure de la section efficace de production du doublet $W^+ W^-$ quand un seul boson se désintègre en un lepton et un neutrino. Nous avons aussi implanté un logiciel qui mesure en temps réel la section efficace totale. Le résultat obtenu est montré sur la Figure 4 avec la prédiction du Modèle standard. On remarquera le très bon accord entre le Modèle standard et les mesures.

ANTARES

Antarès est un projet pour la détection sous-marine de neutrinos cosmiques de haute énergie. Ces deux dernières années le projet a évolué d'une phase de recherche et développement vers une phase de construction d'un détecteur. Celui-ci ouvrira une nouvelle fenêtre d'observation de l'Univers. Le groupe Antarès du laboratoire est au cœur de cette entreprise qui sera achevée en 2003.

E. ASLANIDES, J.-J. AUBERT, J. BRUNNER, S. BASA, F. BERNARD, V. BERTIN,
C. CARLOGANU, J. CARR, F. CASSOL, J.-J. DESTELLE, F. FEINSTEIN, F. HUBAUT,
E. KAJFASZ, F. MONTANET, S. NAVAS, E. NEZRI, P. PAYRE, A. POHL, J.-S. RICOL, C. TAO

L'objectif d'Antarès est la construction d'un grand détecteur de neutrinos cosmiques situé au fond de la mer. Le projet, issu d'une collaboration entre le CPPM et le DAPNIA/CEA, a démarré en 1996. A ce jour, la collaboration s'est considérablement agrandie. Elle regroupe des laboratoires espagnols, hollandais, anglais, russes, et plusieurs laboratoires de l'IN2P3.

Le site sélectionné pour immerger le détecteur se trouve à 40 kilomètres au large de Toulon, à une profondeur de 2500 mètres. Le détecteur sera constitué d'une matrice tridimensionnelle de photomultiplicateurs. Ceux-ci sont fixés sur des lignes flexibles qui sont ancrées au fond et tendues verticalement grâce à un flotteur de tête. Les photomultiplicateurs détecteront la lumière Cherenkov émise par les muons qui traversent le détecteur. Ils sont produits lors des interactions des neutrinos cosmiques avec l'eau ou la roche située sous le détecteur.

Dans la première phase du projet Antarès, la collaboration a mesuré les propriétés de l'eau du site choisi et a développé les techniques nécessaires à une telle expérience. Après la réussite de cette phase de recherche et développement, la collaboration travaille à la construction d'un détecteur ayant une surface efficace de $1/10 \text{ km}^2$. Ce détecteur devrait être achevé en 2003.

PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Les motivations scientifiques d'Antarès sont diverses.

La conception totalement innovante de ce détecteur de neutrinos se traduit par une masse effective beaucoup plus grande que celle des détecteurs existants. Cette augmentation ouvre un nouveau domaine d'observation pour les neutrinos d'origine extragalactique. Par exemple, les noyaux actifs de galaxies pourraient être visibles avec Antarès. Le taux de neutrinos provenant de ces sources fournira une information importante quant à la nature de ces objets. De même, les sursauts gamma envisagés comme une autre source potentielle de neutrinos extragalactiques, sont actuellement peu connus. Leur observation par le biais des neutrinos apportera une information importante quant à leurs origines. L'histoire des sciences

nous a souvent montré que les expériences ouvrant un nouveau domaine d'observation débouchent sur des phénomènes totalement nouveaux et inattendus.

Un autre aspect du programme scientifique d'Antarès est la recherche indirecte de matière noire dans le cas où celle-ci serait constituée de neutralinos. Ces neutralinos, capturés par gravitation, s'accumulent dans des corps célestes massifs comme la Terre, le Soleil, ou le centre de notre galaxie. Les annihilations de neutralinos au centre de ces corps produisent un flux de neutrinos qui pourrait être détecté par Antarès.

La troisième partie du programme est la mesure des paramètres qui décrivent les oscillations des neutrinos. Avec un seuil en énergie de détection autour de 10 GeV, la configuration du détecteur Antarès est parfaitement adaptée pour

l'observation des oscillations des neutrinos atmosphériques, traversant le diamètre de la Terre. Antarès est sensible à une différence de masse entre les deux saveurs de neutrinos $\nu_\mu - \nu_\tau$ de l'ordre de $\Delta m^2 = 3.5 \times 10^{-3} \text{ eV}^2$. Cette valeur est suggérée par les récentes mesures de l'expérience Super Kamiokande.

PHASE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Entre 1996 et 1998, notre activité principale a été la qualification du site choisi et le développement des technologies nécessaires à la construction d'un grand détecteur sous-marin. Au cours d'une quarantaine de missions en mer, avec les bateaux du CNRS/INSU, nous avons effectué plusieurs campagnes de mesures des paramètres de l'eau de mer : transparence, diffusion de la lumière, taux de bruit de fond optique. La Figure 1

montre une opération de déploiement d'un appareillage de mesure du bruit de fond optique. Les valeurs de ces paramètres sont essentielles pour les choix de configuration d'un grand télescope à neutrinos. Nous avons également effectué plusieurs mesures de la salissure de la surface des détecteurs, due à la sédimentation et aux bactéries.

Les résultats des mesures de qualification du site sont les suivantes : la longueur d'absorption de la lumière bleue varie entre 45 et 60 mètres ; la longueur de diffusion à grand angle est supérieure à 100 mètres ; la perte de transmission due à la bio-salissure est inférieure à 2% par an ; le temps mort dû à la bioluminescence est inférieur à 5%. Plusieurs publications sur ce programme de mesure sont en cours de rédaction. La première a déjà été acceptée pour parution dans "Astroparticle Physics".



FIGURE 1 :

Déploiement d'une ligne de mesure de bruit de fond optique sur le site Antarès.

Le déploiement et la récupération d'une ligne de démonstration ont été effectués en septembre 1998. Ces opérations nous ont permis de tester les procédures et de démontrer notre maîtrise de la technologie marine. La Figure 2 montre un morceau de la ligne au cours de son déploiement. Cette ligne a été immergée de nouveau en novembre 1999. Cette fois-ci, elle était connectée à la station terrestre par un câble électro-optique sous-marin. Elle restera immergée durant six mois. L'enregistrement des données, provenant du système de positionnement acoustique, permettra de nous assurer que le système prévu mesure la position dans l'espace de chaque élément du détecteur avec une précision de 20 centimètres. Cette

précision est nécessaire à la reconstruction des traces muoniques. Cette ligne est aussi équipée de quelques photomultiplicateurs qui donneront des informations sur les taux de bioluminescence durant une longue période.

La mise en opération du futur détecteur nécessite des connexions à grande profondeur entre les câbles reliant chaque ligne de détection et le câble électro-optique principal. Ce dernier transmettra les signaux à la côte. Pour évaluer les connecteurs sélectionnés, nous avons mené une campagne d'essai avec le sous-marin Nautile de l'Ifremer, en décembre 1998. A cette occasion, nous avons établi une carte détaillée du site.



FIGURE 2 :

Déploiement du prototype de la ligne du détecteur Antarès.

PROJET DE CONSTRUCTION D'UN DÉTECTEUR DE 1/10 KM²

Les résultats de la phase de qualification du site et de la phase de recherche et développement nous ont permis de conclure que le site de Toulon présente toutes les spécifications requises pour la construction d'un télescope à neutrinos et que la collaboration Antarès maîtrise les technologies

marines. Au printemps 1999, une proposition d'expérience pour la construction d'un détecteur d'une surface efficace de 1/10 km², a été présentée aux Conseils scientifiques de l'IN2P3 et du DAPNIA. Ces deux conseils ont accepté notre proposition. Le projet Antarès a reçu le soutien financier de l'ensemble des collectivités territoriales ainsi que celui du fond européen.

La Figure 3 montre un schéma du détecteur proposé. Il sera constitué d'environ 1000 photomultiplicateurs, répartis sur 13 lignes ancrées au fond de la mer. Les photomultiplicateurs seront contenus dans des sphères de verre pouvant supporter une pression de 600 bars et seront groupés par triplets avec l'électronique nécessaire à la lecture des signaux. L'électronique de chaque ligne sera connectée par un câble à une boîte de jonction servant de terminaison au câble sous-marin principal relié à la côte. Cette liaison assurera en permanence l'alimentation du détecteur, son contrôle et le transfert à terre des données des capteurs. Les données seront enregistrées dans la station terrestre. Celle-ci servira aussi de poste de contrôle pour le détecteur.

Les lignes de détection se déformant

constamment sous l'effet du courant marin, nous utiliserons un système qui donne la position dans l'espace de chaque élément du détecteur, avec une précision de 20 cm. Ce système de positionnement est constitué essentiellement de balises acoustiques fixées sur le fond de la mer et d'hydrophones placés le long des lignes. Leurs positions sont obtenues par triangulation à partir des mesures de temps de propagation de signaux sonars entre les hydrophones et les balises fixes.

Nous avons également prévu un système de calibration en temps basé sur des balises lumineuses fixées le long des lignes. Des impulsions de lumière provenant de ces balises optiques seront reçues par les photomultiplicateurs, donnant une référence en temps au détecteur.

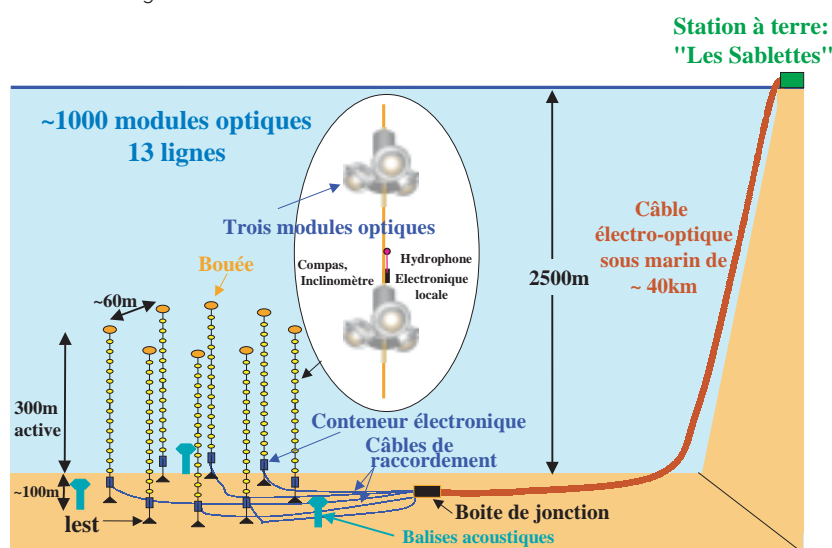


FIGURE 3 :

Schéma du détecteur de surface efficace de $1/10 \text{ km}^2$.

CONTRIBUTIONS DU CPPM

Nous avons pris des responsabilités importantes au sein de la collaboration Antarès. L'un d'entre nous est porte-parole de la collaboration. Nous sommes responsables de nombreux aspects du futur détecteur. Le laboratoire, proche de la station à terre, joue un rôle clef dans l'organisation de l'expérience et dans sa logistique.

La ligne de démonstration a été mise au point au laboratoire, ainsi que tous les procédés de déploiement des lignes et leur coordination. Notre groupe a aussi en charge le développement et l'analyse des données du système de positionnement.

Pour le détecteur de $1/10 \text{ km}^2$, nous avons la responsabilité de la conception mécanique des lignes. La fabrication de certains éléments et leurs travaux de sous-traitance font également partie de nos responsabilités. Dans le domaine de l'électronique, les systèmes de déclenchement et de distribution d'horloge seront fabriqués au laboratoire, ainsi que la conception des conteneurs électroniques et la coordination de l'électronique des lignes. Le système de positionnement déjà développé pour la ligne de démonstration sera adapté au futur détecteur. L'intégration finale du détecteur sera faite dans notre salle de montage.

ATLAS

Atlas est une des deux expériences généralistes en construction qui sera installée auprès du futur collisionneur de hadrons, le LHC, au Cern. Un groupe de quarante physiciens et ingénieurs est engagé dans la préparation de ce projet. L'effort de réalisation, très important au laboratoire, est orienté selon trois axes : le calorimètre électromagnétique, où le CPPM est maître d'œuvre des deux "bouchons" ; le détecteur à pixels, avec une forte implication sur le circuit de lecture et la mécanique ; l'acquisition de données avec un développement important sur le filtrage des événements. Les activités de physique se concentrent sur l'étude des performances du détecteur pour certains canaux, en particulier dans la recherche du boson de Higgs ou dans la mise en évidence de particules supersymétriques.

C. BEE, P. BARRILLON, C. BENCHOUK, D. CALVET, J.-C. CLÉMENTS, P. DELPIERRE, F. DJAMA, P. FASSNACHT, F. ETIENNE, E. FEDE, G. HALLEWELL, F. HENRY-COUANNIER, L. HINZ, O. MARTIN, A. MIREA, T. MOUTHUY, R. NACASH, E. NAGY, S. NEGRONI, D. NICOD, O. PASTORELLI, P. PRALAVORIO, D. ROUSSEAU, A. ROZANOV, D. SAUVAGE, S. TISSERANT, F. TOUCHARD, M. WIELERS

Le Modèle standard fournit une description excellente de toutes les données expérimentales en provenance du Cern, de Desy et de Fermilab. Il reste cependant à confirmer le mécanisme qui est à l'origine des masses des constituants élémentaires. C'est pourquoi la recherche du boson de Higgs constitue l'axe essentiel de recherche pour de très nombreux physiciens de notre discipline. Le futur collisionneur hadronique du Cern, le LHC, a été conçu pour permettre l'exploration d'un domaine d'énergie pouvant aller jusqu'au TeV. S'il existe, le boson de Higgs sera observé et étudié en détail au LHC. Nous savons aussi que le Modèle standard est incomplet. C'est pourquoi nous cherchons à aller au-delà. Parmi les théories proposées, citons la supersymétrie qui relie naturellement la gravitation aux autres interactions. Le LHC sera un outil privilégié pour explorer cette nouvelle physique.

ETUDES DE PHYSIQUE

L'identification des leptons et des photons jouera un rôle essentiel dans la recherche du boson de Higgs et dans l'observation d'une nouvelle physique au-delà du Modèle standard. Les performances requises pour rejeter le bruit de fond dans les analyses de désintégration du boson de Higgs sont obtenues principalement avec le calorimètre électromagnétique et les détecteurs de traces. Nos études ont montré que les photons peuvent être identifiés avec une efficacité de 80% quand la probabilité d'identifier un jet comme un photon est

au niveau de 10^{-3} . Pour les électrons, l'efficacité d'identification est de 70% quand la probabilité d'identifier un jet comme un électron est de l'ordre de 10^{-5} . Ces résultats ne dépendent pas de la luminosité.

Nous avons étudié la possibilité de découvrir un boson de Higgs ayant une masse comprise entre 80 et 130 GeV quand il se désintègre en paire de quarks beaux, en association avec la production d'une paire de quarks tops. Nous avons démontré que le signal du boson de Higgs peut être extrait à plus de cinq déviations standard, avec une lumi-

nosité intégrée de 300 fb^{-1} , en prenant en compte les fluctuations statistiques du bruit de fond.

De plus, nous avons étudié la faisabilité de la détection de particules supersymétriques dans le cadre du Modèle supersymétrique mSUGRA quand la symétrie discrète R-parité est violée. Dans ce modèle où le couplage de Yukawa λ est utilisé en violant la conservation du nombre leptonique, les particules supersymétriques se désintègrent toujours dans un état final qui contient deux neutrinos. Malgré cette difficulté expérimentale, nous sommes capables de reconstruire ces particules. La mesure de leur masse permettra de déterminer les paramètres du modèle avec une précision de

l'ordre de quelques pour cent. La Figure 1 montre un spectre de masse invariante obtenu pour des particules s-top et s-quark de première génération. Par ailleurs, nous avons étudié la production du quark top en singlet quand la symétrie R-parité est violée. Si ce mécanisme de production existe, nous pouvons détecter un excès d'événements contenant un top qui provient de la désintégration d'une particule supersymétrique. Le caractère résonnant du signal permettrait la découverte et la détermination de la masse d'une telle particule.

Tous ces résultats ont été intégrés dans le " Technical Design Report " décrivant les performances du détecteur Atlas, publié en mai 1999.

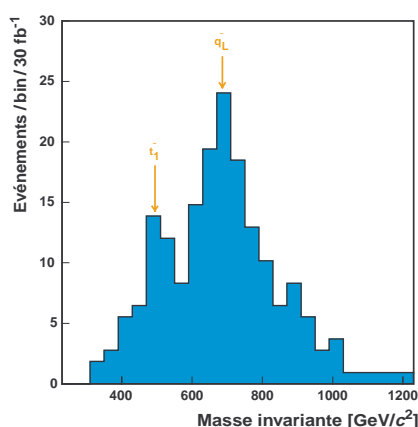


FIGURE 1 :

Spectre de masse invariante obtenu après reconstruction de la chaîne de désintégration d'un s-top et d'un s-quark de première génération. Ces particules supersymétriques pourraient être observées avec le détecteur Atlas après trois ans de fonctionnement à basse luminosité.

CALORIMÉTRIE ÉLECTROMAGNÉTIQUE

Nous sommes engagés dans la calorimétrie électromagnétique permettant de mesurer avec une grande précision l'énergie des électrons et des photons. L'expérience Atlas a choisi d'utiliser un calorimètre électromagnétique à échantillonnage. Il est basé sur un radiateur en plomb en forme d'accordéon plongé dans de l'argon liquide. Nous assurons la maîtrise d'œuvre de la construction des deux " bouchons ". Cette construction se fait en collaboration avec des groupes de Madrid et de Novossibirsk.

Chaque bouchon est constitué d'une roue d'environ 4 m de diamètre et de 50 cm d'épaisseur. Un bouchon est découpé en huit secteurs de 45° . Ces modules sont mécaniquement indépendants. Chaque module contient 128 absorbeurs et 128

électrodes pliés en accordéon.

La phase d'étude et de conception s'est terminée au début de l'année 1998. Des tests préliminaires réalisés à la fin de l'année 1998 ont permis de valider le détecteur. Ils ont aussi mis en évidence quelques corrections minimales à apporter au processus de fabrication. Puis nous avons entrepris la construction du " Module 0 ". photographié sur la Figure 2. Il est destiné à confirmer les méthodes de construction choisies. Il a été testé au Cern en septembre 1999.

Une grande partie de l'année 1999 a été consacrée à la passation de marchés publics pour une production industrielle des divers constituants du détecteur. La construction du premier module commencera au début de l'année 2000 et se poursuivra à un rythme moyen d'un module tous les deux mois.



FIGURE 2 :

Module 0 des " bouchons " du calorimètre électromagnétique d'Atlas.

Dans le domaine de l'électronique de lecture nous avons poursuivi le travail entamé sur la transmission de signaux analogiques par fibres optiques. Nous nous sommes concentrés sur le développement d'un émetteur laser à cavité verticale et oxydation latérale. Cette activité s'est terminée par la réalisation d'un démonstrateur de 64 voies. Ce travail a fait l'objet d'une thèse soutenue en octobre 1998. Cette solution n'ayant pas été retenue par la collaboration, nous sommes impliqués dans l'étude de la transmission par fibres optiques de données numérisées. Il y aura environ 1600 liens ayant un débit de 1.6 Gbits/s, à la sortie de l'électronique frontale.

Nous travaillons également au traitement numérique des signaux fournis par l'ensemble des calorimètres à argon liquide. Les signaux sont échantillonnés à 40 MHz. Cinq échantillons par cellule sont transmis à des cartes de traitement,

dénommées Read-Out Drivers. Ce traitement consiste à déterminer l'énergie déposée, à fournir une information temporelle et un estimateur de qualité, pour des dépôts d'énergie importants. Nous travaillons au développement de cet algorithme et à son implantation dans un processeur DSP de Texas Instrument. Pour la mise au point de la nouvelle électronique frontale et la lecture du Module 0 pendant les tests en faisceau au Cern, nous avons réalisé une version minimale de cette carte.

Par ailleurs, nous sommes responsables du système de prise de données et du système de contrôle en temps réel utilisés pendant les tests en faisceaux.

LE DÉTECTEUR À PIXELS

Nous sommes fortement impliqués dans le détecteur à pixels. Son objectif est de participer à

la reconstruction des traces et de localiser le vertex de désintégration des particules à faible durée de vie. Pionniers dans ce domaine, nous participons activement à la conception et à la construction de ce détecteur.

Le détecteur à pixels comporte 3 couches cylindriques de rayons 4, 10 et 13 cm. A chaque extrémité, elles sont prolongées par quatre disques. Le détecteur ainsi constitué a une surface totale d'environ 2.3 m². Il contient 140 millions de pixels.

Dans l'environnement du LHC, les détecteurs à pixels et leur électronique de lecture sont très près du faisceau. Ils doivent être résistants aux radiations ionisantes et aux flux de neutrons. Pour la couche à 10 cm, la dose prévue par an est de l'ordre de 25 kGy et le flux de 10¹⁴ neutrons/cm². Les détecteurs et les circuits devront résister à une dose cumulée pendant 10 ans. La couche la plus proche du faisceau recevra 10 fois plus de particules. Cette dernière sera construite pour durer 2 ans à haute luminosité, avec la possibilité de la démonter indépendamment de l'ensemble. La version suivante de cette couche pourrait être faite en détecteurs « diamants ». C'est pourquoi nous participons à la collaboration CERN/RD 42 qui

étudie ces détecteurs.

Les pixels auront une taille de 50 µm × 400 µm, à l'exception de la première couche dont les pixels seront de 50 µm × 300 µm. Chacun de ces pixels se comportera comme un détecteur indépendant, avec sa propre chaîne de lecture électronique. Elle sera composée d'un amplificateur de charge, d'un comparateur et d'une mémoire. Elle permettra de sélectionner les pixels touchés au cours d'un croisement de faisceau et de ne lire que ceux-ci. Plusieurs de ces chaînes de lecture sont assemblées dans une matrice. Nous développons la partie analogique de ces circuits. Plusieurs circuits de test ont été fabriqués. Des matrices de 18×160 cellules ont été soudées au pas de 50 µm, pour constituer des modules de 10 cm². Ces modules ont servi de démonstrateur pour le " Technical Design Report " du projet pixels. Le dernier de ces circuits, MAREBO, a été produit en technologie durcie aux radiations : DMILL. Les performances des cellules analogiques de ce circuit, même après une irradiation à 250 kGy, sont excellentes. Ce modèle de cellules analogiques a été sélectionné par la collaboration pour la version finale du circuit de lecture du détecteur à pixels.

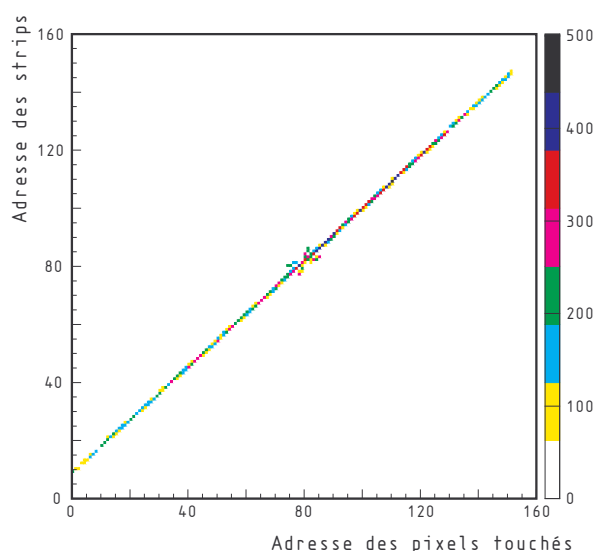


FIGURE 3 :

Corrélation entre la prévision de la position de l'impact des traces donnée par le télescope et la position de ces impacts donnée par l'adresse des pixels touchés.

La conception des supports des modules de pixels est soumise à une très forte contrainte : il faut minimiser l'épaisseur de matière. Ces structures porteuses doivent aussi assurer le refroidissement des modules. Nous avons étudié une solution basée sur une structure en fibre de carbone et un tube en aluminium de 200 μm d'épaisseur. Le refroidissement est basé sur un développement fait au laboratoire. Il consiste à utiliser la chaleur de vaporisation d'un liquide volatile comme le C_4F_{10} ou C_3F_8 . Ce principe a été retenu pour tous les détecteurs au silicium du trajectographe.

Nous avons également une activité importante dans les tests des prototypes en faisceau au Cern. Nous avons construit un télescope, son système de déclenchement, d'acquisition de données et de contrôle. La Figure 3 représente un graphique obtenu en temps réel qui permet de contrôler le bon fonctionnement des modules de pixels

Nous avons aussi réalisé des simulations de l'architecture interne des circuits électroniques de lecture. Ces simulations ont été réalisées à partir de données simulées complètes, permettant d'étudier le comportement futur de ces circuits dans l'environnement d'Atlas. Les résultats nous ont conduits à améliorer les performances du système de lecture du détecteur à pixels.

Enfin, nous coordonnons le travail sur le logiciel de simulation et de reconstruction du détecteur à pixels. Ils sont implantés dans le logiciel général de la collaboration. Ils ont permis de vérifier que l'on pouvait augmenter la longueur des cellules de 300 à 400 μm avec des réductions des performances physiques acceptables. De plus, la réjection des quarks légers est optimisée, en gardant une bonne efficacité de détection des quarks provenant de la désintégration du Higgs en une paire de quark-antiquark beaux.

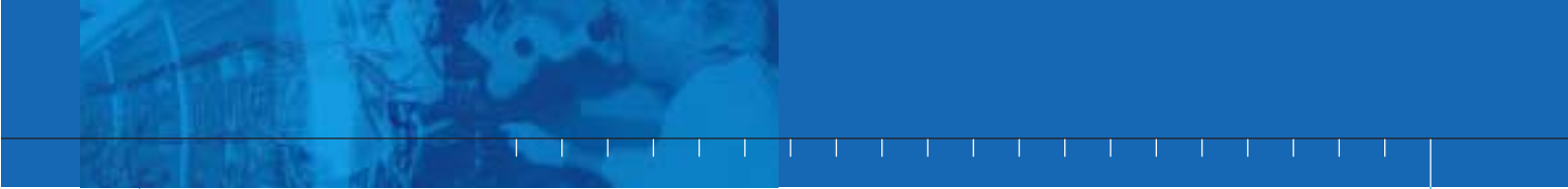
SYSTÈME DE SÉLECTION ET D'ACQUISITION DE DONNÉES

Nous sommes aussi fortement impliqués dans les activités du groupe "système de déclenchement et acquisition de données", et plus particulière-

ment dans la ferme de filtrage des événements en temps réel. Ce filtre est chargé de réduire d'un facteur dix le bruit de fond avant le stockage de la totalité de l'information en provenance du détecteur. Il doit également pouvoir détecter les événements "plaqués or" pour les soumettre à une analyse immédiate. Il est aussi idéalement situé dans la chaîne d'acquisition pour effectuer des tâches de contrôle et de calibration. Les algorithmes qui seront utilisés seront directement issus de l'analyse. Notre but est de pouvoir les utiliser tels quels afin de minimiser les biais.

L'ensemble des systèmes de déclenchement et d'acquisition est encore dans une phase de recherche et développement. La prochaine étape importante sera la rédaction d'une proposition technique en mars 2000. L'achèvement de cette phase sera marqué par la publication d'un Rapport Technique de Conception en juin 2001. A cette époque, ce groupe de travail sera restructuré pour réaliser ce sous-système du détecteur Atlas.

La démarche choisie par la collaboration consiste à développer des prototypes à partir desquels la conception finale sera élaborée. L'architecture initialement retenue pour le prototype du filtre d'événements est celle de grappes de calculateurs. Elles sont reliées au commutateur permettant l'assemblage des événements à partir des différents fragments provenant des différentes parties du détecteur. Trois prototypes de grappes sont actuellement à l'étude. Nous travaillons sur un dispositif à base d'ordinateurs de type PC. Nous avons conçu son architecture dans ses moindres détails. Les concepts mis en œuvre ont été intégralement repris par les deux autres prototypes. Les fonctionnalités étudiées concernent : le transport des événements dans la grappe avec les protocoles TCP-IP et Corba ; la supervision des grappes en utilisant des agents mobiles Java et des bus logiciels. Notre prototype a été validé à grande échelle sur la ferme de calcul PCSF du Cern. Il a été aussi intégré dans l'ensemble du prototype du système d'acquisition d'Atlas. Le concept de grappe de calculateurs intéresse de plus en plus les industriels. Nous avons donc initié une collaboration avec un grand constructeur informatique. Elle s'est



concrétisée par le parrainage d'une thèse de docteur ingénieur cofinancée par le CNRS et la Région Provence Alpes Côte d'Azur.

En parallèle avec ces développements, nous sommes impliqués dans la mise en place de l'architecture logicielle qui permettra la sélection des événements avec des performances optimums. Une première étude des performances des algorithmes de filtrage a été effectuée à Marseille dans le cadre de la thèse de docteur ingénieur déjà évoquée. Nous collaborons aussi avec le groupe chargé de la reconstruction des événements.

Outre notre rôle moteur pour le filtre d'évé-

nements, nous avons pris des responsabilités importantes au sein du groupe "système de déclenchement et d'acquisition" : coordination de l'ensemble de l'activité système d'acquisition ; présidence du comité des représentants des laboratoires participant à cette activité. Nous sommes aussi à l'origine d'un projet de collaboration horizontale pour les fermes de filtrage entre les différentes expériences du LHC. Ce projet a été approuvé par le comité du Cern : "LHC Computing Board". L'organisation du premier colloque consacré aux fermes de filtrage en temps réel a été confié au CPPM, et a eu lieu en septembre 1999.



CPLEAR

L'expérience CPLEAR étudie les symétries CP, T et CPT dans le système des kaons neutres. Elle a été installée auprès de l'anneau d'antiprotons de basse énergie LEAR au Cern. Les prises de données se sont terminées en 1996. En 1998 et 1999 nous avons publié les résultats finaux. Le plus marquant est l'observation directe de la violation de la symétrie par renversement du sens du temps à l'échelle subatomique.

E. ASLANIDES, V. BERTIN, A. EALET, F. HENRY-COUANNIER, R. LE GAC, F. MONTANET, F. TOUCHARD

Les symétries discrètes C, P et T et leurs combinaisons ont été étudiées en détail dans le système des kaons neutres. La violation de CP a été découverte en 1964 dans les désintégrations du K_L en $\pi^+\pi^-$. Elle est maintenant bien établie, mais son origine n'est toujours pas comprise.

Au démarrage de la dernière génération d'expérience, au milieu des années 80, la situation expérimentale n'était pas satisfaisante. Il manquait l'observation de la violation de CP dans les désintégrations du K_S en 3π , la mesure directe de la violation par renversement du sens du temps. De plus, il n'y avait pas d'évidence expérimentale sur la violation directe de CP.

Une autre motivation pour étudier ces symétries émane du théorème CPT. Toutes théories de champ, locales, relativistes et qui obéissent aux lois usuelles du spin et de la statistique sont invariantes par le produit des opérateurs CPT. Il en résulte que la masse et la durée de vie sont égales pour une particule et pour son antiparticule. L'observation d'une différence serait révélatrice de la physique au-delà du Modèle standard. Par exemple une violation de CPT est possible à la masse de Planck quand la gravitation est prise en compte.

La collaboration CPLEAR a développé une nouvelle approche expérimentale pour étudier les symétries CP, T et CPT dans le système des kaons neutres. Elle est basée sur la mesure des asymétries particule (kaon neutre) antiparticule (antikaon

neutre) en fonction du temps de désintégration. Cette méthode permet de mesurer les effets violant CP dans les canaux de désintégration en 2π et 3π , d'observer directement une possible violation de T et CPT dans les désintégrations semileptoniques, de mesurer la différence de masse entre le K_L et le K_S , et de tester la validité de la règle $\Delta S = \Delta Q$.

La prise des données s'est achevée fin en 1996. Les résultats finaux ont été publiés entre 1997 et 1999. Les résultats les plus marquants sont les suivants :

- Première mesure directe de la violation par renversement du sens du temps dans les désintégrations semileptoniques. La Figure 1 montre l'asymétrie qui a été observée. Cette découverte a été annoncée par le Cern en novembre 1998. Nous avons relayé cette annonce au niveau du grand public.
- Mesure simultanée du module et de la phase de l'observable violant CP dans les désintégrations en $\pi^+\pi^-$, avec une précision égale aux valeurs moyennes mondiales actuelles.
- Amélioration par deux ordres de grandeur du test de l'invariance par CPT. Cette mesure a été effectuée sans hypothèse sur l'unitarité, l'invariance par CPT dans les amplitudes de désintégrations et sur la validité de la règle $\Delta S = \Delta Q$.

Les expériences KTeV à Fermilab, NA48 au Cern et KLOE à Frascati poursuivent l'étude des

symétries CP, T et CPT dans le système des kaons neutres. Par ailleurs à l'horizon 2000, la violation de CP sera certainement observée dans l'un des systèmes des mésons beaux à SLAC, KEK ou

Fermilab. A plus long terme, les expériences de secondes générations, BTeV et LHCb, étudieront la violation de CP dans tous les systèmes des mésons beaux.

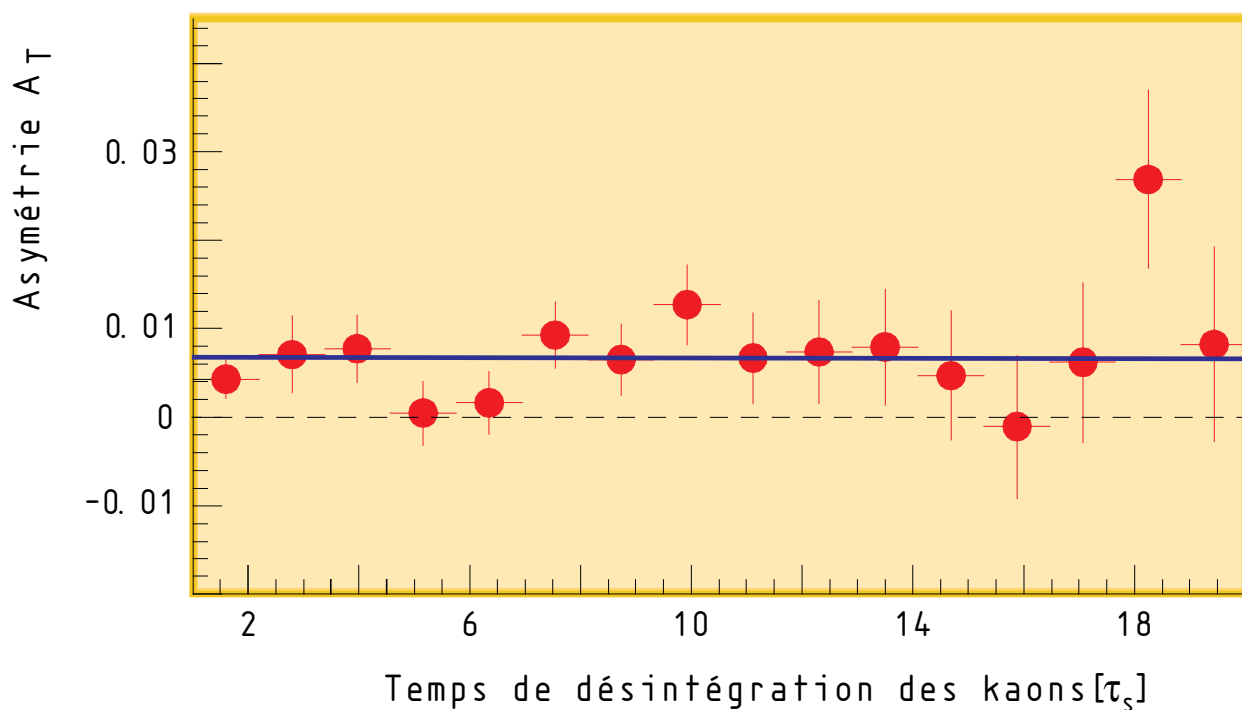


FIGURE 1 :

La fréquence de transformation d'un antikaon en kaon est supérieure à celle d'un kaon en antikaon, alors que les deux processus devraient être symétriques par le renversement du sens du temps. L'asymétrie $A_T = \{R(\text{antikaon} \rightarrow \text{kaon}) - R(\text{kaon} \rightarrow \text{antikaon})\} / \{R(\text{antiakon} \rightarrow \text{kaon}) + R(\text{kaon} \rightarrow \text{antikaon})\}$ ne dépend pas de l'instant de désintégration du kaon comme le montre la figure. C'est la preuve expérimentale que la symétrie par renversement du temps est brisée à l'échelle subatomique.

D 0

D0 est une des deux expériences installées auprès du Tevatron à Fermilab. Cette collaboration prépare sa prochaine campagne de mesures qui commencera au début de l'année 2001. Depuis 1998, nous contribuons à l'amélioration du détecteur en participant à la construction du détecteur de vertex et à la calibration du calorimètre électromagnétique. Par ailleurs, nous analysons une nouvelle fois les données de la campagne précédente pour chercher un signal de la supersymétrie dans le cadre d'un modèle où la symétrie discrète R-parité est violée.

A. DUPPERIN, E. KAJFASZ, E. NAGY, S. NEGRONI, M. TALBY

Le Tevatron, situé à Fermilab dans la banlieue Ouest de Chicago aux Etats-Unis, est actuellement l'accélérateur le plus puissant au monde. Il a permis la découverte du dernier quark du Modèle standard, le top. Il restera la seule machine capable de le produire dans les années à venir. Outre sa suprématie en matière de production du quark top, le Tevatron a aussi un fort potentiel de découverte des particules supersymétriques. Leur existence est prévue dans les théories qui visent à combler les insuffisances du Modèle standard et à unifier les interactions de la nature. Par ailleurs, le boson de Higgs, acteur principal du mécanisme qui permet aux particules d'acquérir une masse dans le Modèle standard, pourrait être mis en évidence, s'il a une masse comprise entre 105 et 180 GeV. Cette plage de sensibilité complète celle du collisionneur électron-positron, le LEP, du Cern qui s'arrête autour de 105 GeV.

Le Tevatron et le détecteur D0 sont en cours d'amélioration pour maximiser leur chance de produire et de découvrir ces nouvelles particules. La prochaine campagne de mesures commencera début 2001 avec une luminosité dix fois plus grande. La Figure 1 montre le détecteur D0 avec les améliorations prévues. Elles portent principalement sur : l'introduction d'un champ magnétique central de 2 T ; la construction d'un détecteur de vertex à

micropistes au silicium entouré d'un trajectographe à fibres scintillantes ; et sur l'augmentation de la couverture de détection des muons. Le calorimètre sera également complété par un détecteur de pied de gerbe. L'électronique du calorimètre sera remplacée pour accommoder la nouvelle fréquence de croisement des faisceaux.

Depuis janvier 1998, nous participons à l'expérience D0 en contribuant à la construction du détecteur de vertex et à la calibration du calorimètre électromagnétique. Un membre de notre groupe travaille à plein temps à Fermilab. Il est le responsable de la production et des tests du détecteur de micropistes au silicium. Ce détecteur contient 800 000 canaux et quelques deux millions de connexions.

Nous participons aussi à la conception et à la réalisation d'une simulation rapide des performances du détecteur amélioré, et à la calibration du calorimètre électromagnétique.

Une autre activité concerne l'analyse des données de la campagne précédente. Nous avons proposé une nouvelle recherche des charginos et neutralinos dans le cadre d'un modèle supersymétrique où la symétrie discrète R-parité est violée. Nous avons démontré que le domaine d'exclusion dans l'espace des paramètres du modèle pourra être largement amélioré.

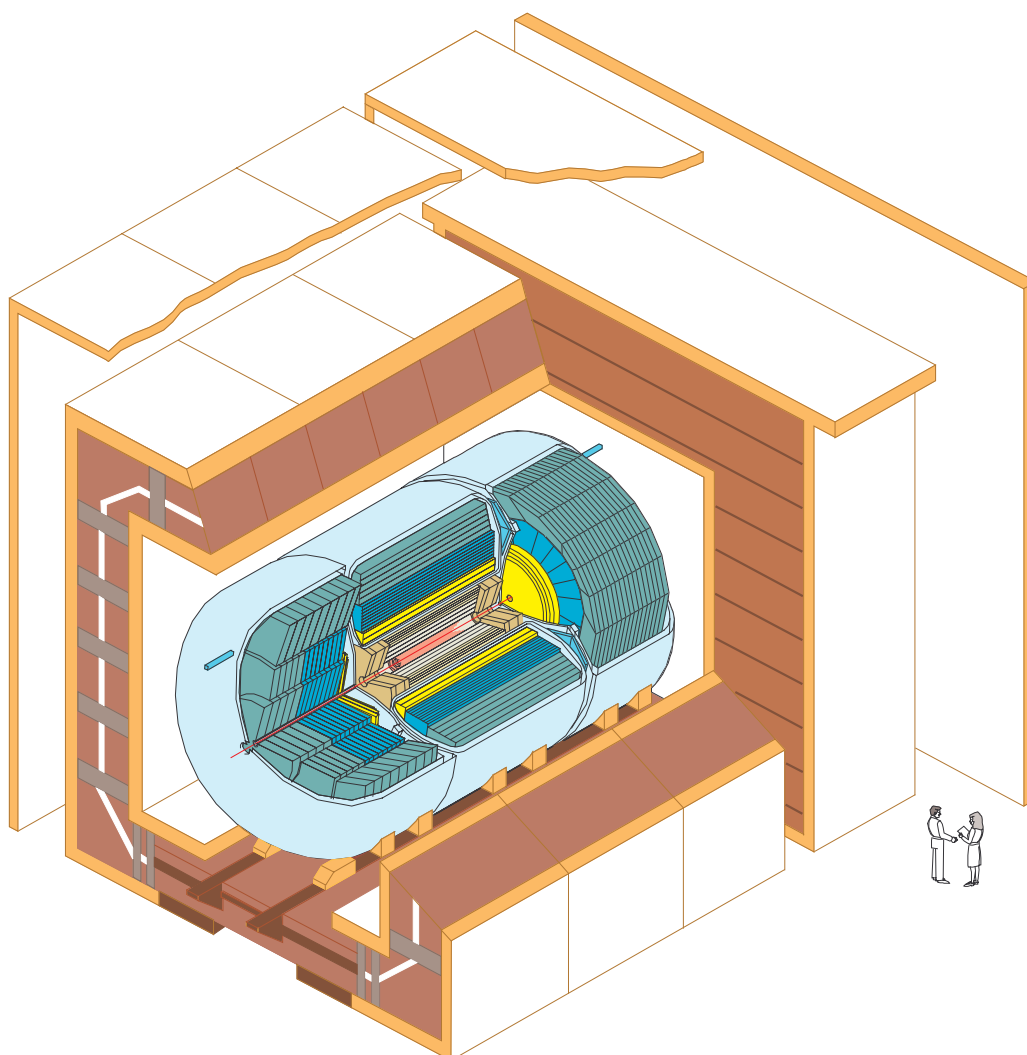


FIGURE 1 :

Vue éclatée du détecteur D0.

La configuration représentée est celle de la prochaine campagne de mesure qui commencera début 2001.

H 1

Le détecteur H1 est installé auprès du collisionneur électron-proton, HERA, de Desy à Hambourg. L'expérience se situe dans la lignée des expériences de diffusion, réalisée auparavant sur cible fixe. Son but principal est l'étude de la structure du proton. Elle nourrit aussi l'espoir de découvrir une sous-structure des quarks ou des particules nouvelles, comme celles qui pourraient résulter d'une fusion électron-quark. Durant ces deux années, le groupe H1 du CPPM a développé ses analyses de processus rares et ses recherches de phénomènes nouveaux. Il s'est aussi engagé sur les améliorations du détecteur associées à la phase haute luminosité de HERA, programmée pour 2001.

E. CHABERT, M.-C. COUSINOU, N. DELERUE, C. DIACONU, S. KERMICHE, I. NÉGRI, C. VALLÉE

LE DÉTECTEUR

L'acquisition de données des calorimètres de H1 est gérée par un membre du groupe en liaison avec une équipe de physiciens et ingénieurs permanents sur le site. L'année 1998 a vu l'inclusion de la lecture d'un nouveau " calorimètre bouchon ". Celui-ci est destiné à mesurer les électrons diffusés à très petit angle dans les interactions de faible transfert d'impulsion.

Dans l'avenir, le système d'acquisition des calorimètres doit être amélioré pour fonctionner pendant la phase de haute luminosité de HERA. Les améliorations que nous avons proposées, conjointement avec le LPNHE de Paris et plusieurs instituts allemands, ont été approuvées par la collaboration. Le principal changement concerne les fonctions de contrôle et d'assemblage des événements. Elles seront transférées d'un ensemble de stations VMS, OS9 et VRTX vers un réseau intégré de stations Unix. Certaines d'entre elles fonctionneront avec la version temps réel, Lynx-OS, du système d'exploitation. Les logiciels de communication et les interfaces utilisateurs seront adaptés en conséquence en utilisant des technologies récentes comme les serveurs HTTP ou le langage Java. Les premières stations équipées avec le système d'exploitation Lynx-OS ont été acquises et configurées au laboratoire. En colla-

boration avec le groupe temps réel du laboratoire, nous concevons et évaluons le protocole général de communication.

LA PHYSIQUE

Le principal centre d'intérêt de notre groupe est l'étude des processus rares à grande impulsion transverse. Nous avons assuré, jusqu'à l'automne 1998, la cogestion du groupe d'analyse électrofaible de H1. Puis, à partir de l'été 1999, nous avons pris la responsabilité d'un nouveau groupe d'analyse. Celui-ci est issu du groupe d'analyse électrofaible mais étendu à l'ensemble des processus de grande impulsion transverse. Nous avons contribué à l'amélioration des techniques d'analyse et à l'obtention des principaux résultats publiés par H1 dans ce domaine.

LES OUTILS D'ANALYSE

L'amélioration continue des outils d'analyse de H1 est rendue nécessaire par les augmentations régulières de la luminosité de HERA. Parmi nos contributions, citons :

- La gestion du logiciel H1 de visualisation des événements.
- La mise en place d'une procédure automatique qui contrôle en temps réel les données et qui détecte rapidement les

événements les plus intéressants. Elle affiche automatiquement ses résultats sur les pages Web internes de H1 avec un délai de quelques heures seulement par rapport à la prise de données. C'est par son intermédiaire que la plupart des événements atypiques des deux dernières années ont été repérés pour la première fois.

- L'amélioration des algorithmes de reconnaissance topologique des événements non physiques, contenant des muons cosmiques ou

de halo, qui constituent la source dominante de bruit de fond de certains processus rares.

- La première calibration absolue des jets hadroniques, menée en collaboration avec nos collègues d'Orsay. Elle est indispensable pour la mesure de la cinématique des événements de grande impulsion transverse.

LES RÉSULTATS

Les lignes d'analyse initiées les années précédentes ont été consolidées et développées dans les directions suggérées par les données.

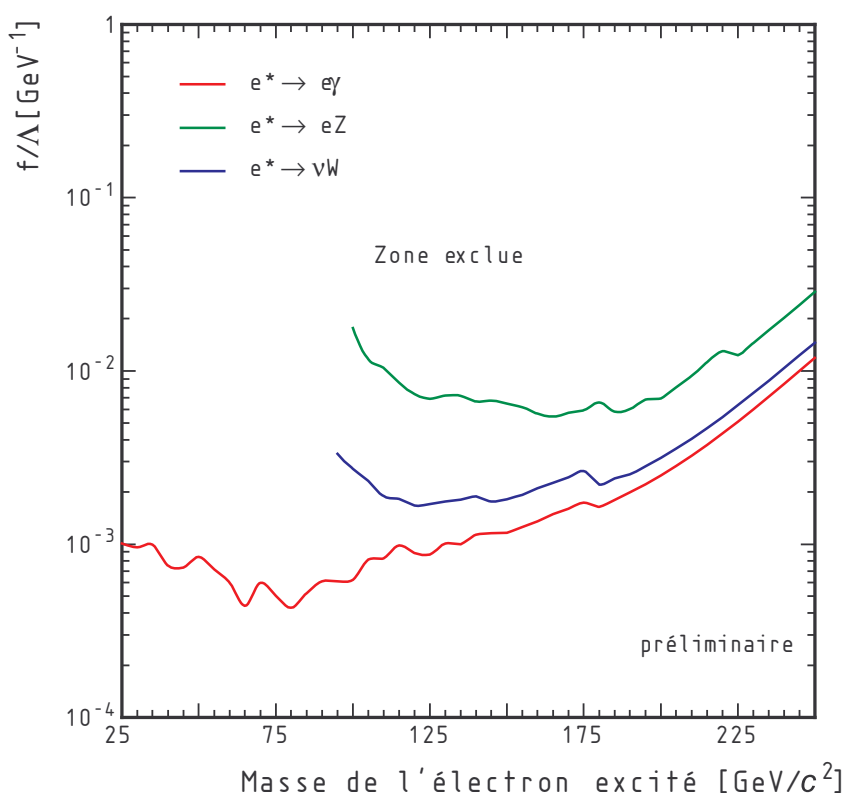


FIGURE 1 :

Limites supérieures du rapport entre couplage d'excitation et échelle de sous-structure, en fonction de la masse de l'électron excité, mesurées avec les données e^+p pour trois modes de désexcitation possibles.

Nous avons étendu nos recherches de fermions excités, commencées avec les quarks, aux électrons et neutrinos. Dans le cadre de modèles composites, les collisions électron-proton sont un moyen privilégié d'exciter l'électron ou un quark du proton incident. Pour certaines valeurs des couplages d'excitation, les énergies de HERA permettent d'explorer un spectre de masse plus étendu qu'au LEP. Notre groupe est devenu l'acteur principal de la collaboration H1 dans

ce domaine. Aucun signal significatif n'a été observé dans les canaux de désexcitation étudiés. Nous en avons déduit les limites supérieures de production montrées sur la Figure 1. Elles ont été présentées à la conférence " XXIX International Conference on High Energy Physics " qui a eu lieu en juillet 1998 à Vancouver au Canada. Nous élargissons actuellement l'analyse à d'autres canaux de désexcitation ainsi qu'aux données e^-p .

En collaboration avec le groupe du LAL, nous avons poursuivi l'analyse inclusive des interactions à courant chargé induites par l'échange d'un boson W virtuel. L'amélioration des techniques de réduction du bruit de fond non physique a permis, avec d'autres développements, d'abaisser le seuil de mesure en quadri-moment transféré. Les sections efficaces différentielles mesurées par le groupe LAL-CPPM en modes e^+p et e^-p sont en bon accord

avec les prévisions du Modèle standard. Elles confirment notre compréhension de l'unification des forces électrofaibles dans un mode d'interaction complémentaire de la voie s étudiée au LEP. Nous avons présenté les résultats e^-p à la conférence "International Europhysics Conference on High Energy Physics 99" qui a eu lieu en juillet 1999 à Tampere en Finlande.

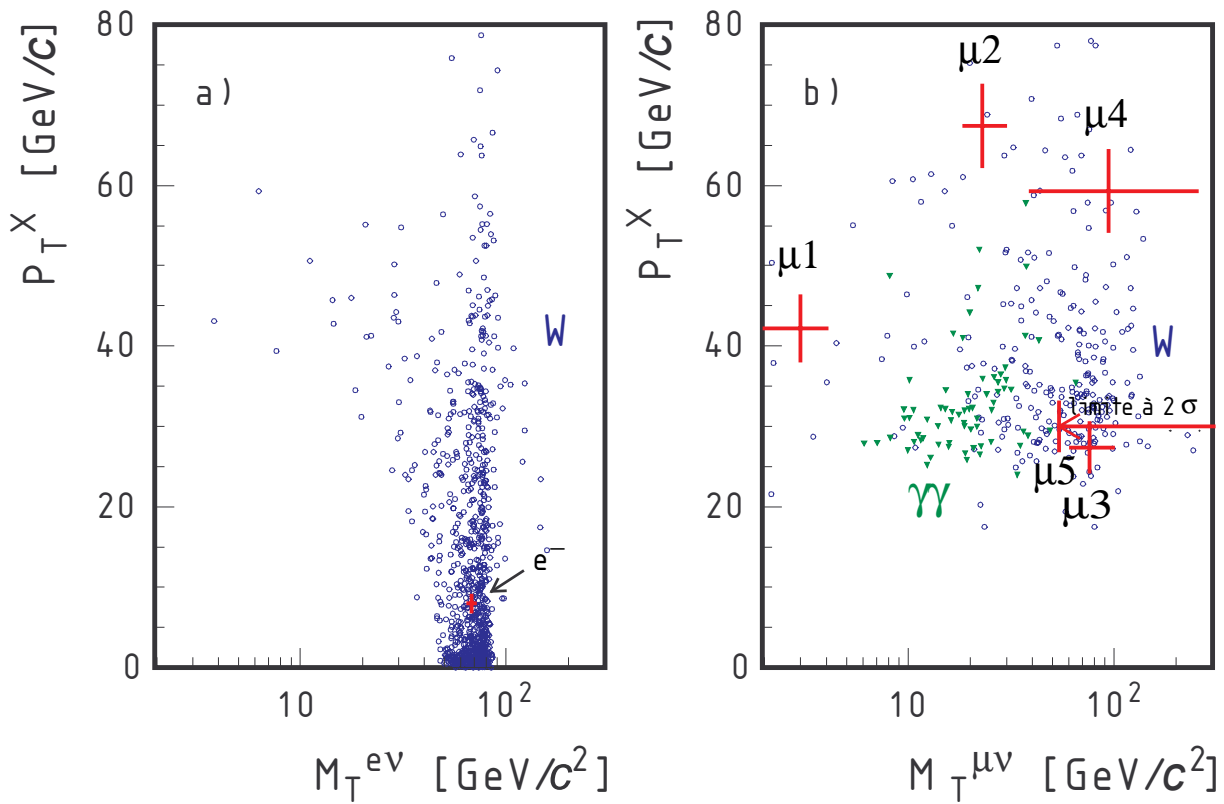
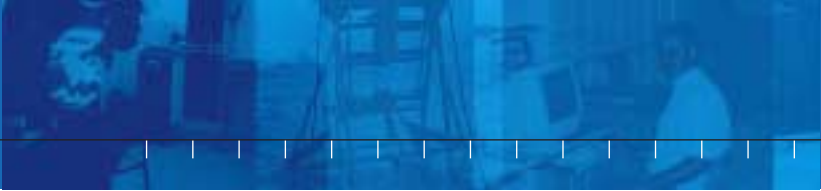


FIGURE 2 :

Cinématique des événements avec lepton isolé et impulsion transverse manquante observées dans les données e^+p : a) canal électron ; b) canal muon. L'impulsion transverse du système hadronique est donnée en ordonnée et la masse transverse du système lepton-neutrino en abscisse. Les points rouges représentent les six candidats avec leurs erreurs expérimentales. Les points bleus et verts représentent la prédiction du Modèle standard pour la production de bosons W et les interactions photon-photon. Ces prédictions sont calculées pour une luminosité 500 fois supérieure à celle des données.



Enfin, nous avons approfondi notre étude des événements avec lepton isolé et impulsion transverse manquante. Cette analyse a été initiée par notre découverte d'événements de ce type dans les données de 1997. Elle a été étendue à l'ensemble des données e^+p . Les sources standard de production de tels événements sont principalement la désintégration leptonique de bosons réels W émis par radiation. Elles ont été étudiées en détail, ainsi que la qualité de mesure des candidats. Ce dernier point a été contrôlé quantitativement à partir de canaux de physique indépendants. Nos résultats finals ont été publiés en 1998. Nous confirmons l'observation de trois événements atypiques par rapport aux prédictions du Modèle standard. Ce résultat est illustré sur la Figure 2. C'est l'un des plus intrigants obtenus jusqu'ici à HERA, car de tels événements pourraient constituer la signature de particules nouvelles, par exemple supersymétriques. En 1999, notre groupe

a mis en évidence un événement du même type dans les données e^-p , qui a été montré à la conférence "International Europhysics Conference on High Energy Physics 99". Nous avons aussi commencé l'analyse complémentaire du canal d'événements à trois jets hadroniques. Un signal y est attendu si les événements avec leptons isolés sont dus à une production excédentaire de boson W .

Depuis juillet 1999, HERA fonctionne de nouveau en mode positrons. Cette campagne de prise de données s'arrêtera au printemps 2000, date à laquelle commenceront les adaptations au fonctionnement haute luminosité. A cette époque, nous aurons au moins doublé la quantité disponible de collisions e^+p . Notre sensibilité aux phénomènes rares sera accrue puisque l'énergie des protons a été augmentée de 820 à 920 GeV. Nous sommes en première ligne pour l'analyse de ces nouvelles données.

LHCb

LHCb est une expérience de seconde génération qui étudiera la violation de CP et les désintégrations rares dans le secteur de la beauté. Elle sera installée auprès du futur collisionneur hadronique, le LHC, au Cern à Genève. En 1997, quelques physiciens et ingénieurs du laboratoire se sont joints à la collaboration LHCb. Depuis, nous avons participé à la proposition technique qui a été approuvée par le directoire du Cern en 1998. Nous développons un processeur câblé pour sélectionner en temps réel les événements très rares contenant un méson beau.

E. ASLANIDES, R. LE GAC, O. LEROY, T. DA SILVA, A. TSAREGORODTSEV

La compréhension de la nature de la violation de CP est un enjeu majeur de la recherche en physique des particules et en cosmologie. En effet, le Modèle standard permet de rendre compte de la violation de CP à travers l'existence d'une phase qui apparaît dans la matrice de Cabibbo-Kobayashi-Maskawa. Mais l'origine de cette phase est mystérieuse. Il prédit aussi des effets violant CP, importants, dans les systèmes des mésons beaux qui n'ont pas encore été observés à ce jour. Par ailleurs ce modèle théorique de la violation de CP est peu contraint expérimentalement, laissant la porte ouverte à d'autres sources de violation de CP qui pourraient trouver leurs origines dans les modèles supersymétriques.

L'étude de la violation de CP et des désintégrations rares dans le secteur de la beauté permettra de tester le Modèle standard comme étant la formulation théorique de la violation de CP et, peut-être, de mettre en évidence des processus nouveaux. C'est à ce programme ambitieux que s'attaque la collaboration internationale LHCb. Elle est constituée d'environ 450 participants provenant de 47 laboratoires repartis dans 14 pays. L'expérience, montrée sur la Figure 1, sera installée auprès du grand collisionneur hadronique, le LHC, au Cern à Genève. La prise de données commencera avec la mise en fonctionnement du collisionneur.

Depuis l'automne 1997, nous participons activement à la proposition technique. Ce document a

permis au directoire du Cern d'approuver cette expérience en septembre 1998.

Nous préparons cette expérience en développant un processeur câblé pour sélectionner en temps réel ces événements très rares contenant un méson beau. La présence d'un méson beau peut être détectée si l'on observe un muon ayant une grande impulsion transverse. Pour trouver cette signature, le processeur cherche dans les cinq plans de mesure du détecteur à muons, un segment de trace rectiligne provenant du point d'interaction. A partir du point d'impact dans le premier plan de mesure et de l'angle d'incidence, le processeur calcule l'impulsion transverse du candidat.

La taille d'un événement reçu par le processeur est de l'ordre de 45 kilobits. Un nouvel événement arrive toutes les 25 ns. Le processeur dispose de 1.2 microsecondes pour analyser un événement et prendre une décision. En avril 1998, nous avons proposé une architecture détaillée qui minimise le nombre de liaisons rapides entre l'électronique frontale et le processeur. Elle analyse un événement en deux temps. Dans un premier temps, la recherche des candidats est effectuée en utilisant une information " compactée ". Le taux de compression des données est de l'ordre de 16. Puis, dans un deuxième temps, le processeur interroge l'électronique frontale afin d'en extraire l'information avec la granularité maximum dans les régions sélectionnées. Cette information est utili-

sée pour la recherche de segment de trace. L'étude des performances de cette architecture montre qu'elle peut travailler à la luminosité maximale admise par LHCb. Elle a été retenue par la collaboration comme étant la solution de base pour ce processeur.

Pour finaliser notre architecture, nous construisons des prototypes. Ils nous permettront de valider les technologies que nous pensons employer : liens optiques à 1.6 Gb/s ; FPGA avec un grand nombre d'entrées sorties ; DSP ; fond de panier spécialisé pour assurer des transferts de données importants, entre cartes, à la fréquence de 40 MHz. L'architecture finale sera proposée d'ici l'été 2001.

Pour pouvoir geler la géométrie du détecteur à muon d'ici la fin de l'année, nous nous sommes fortement impliqués dans l'évaluation des performances du processeur et dans l'optimisation de la

géométrie du détecteur.

Une bonne connaissance du bruit de fond dans le détecteur à muon est essentielle pour concevoir un processeur optimum. Une simulation spécifique a été développée. Elle prend en compte les effets des neutrons à très basse énergie. Ces données simulées nous ont permis de modéliser le bruit de fond. Ce modèle a été implémenté dans la production Monte-Carlo massive qui a démarré en novembre 1999. Par ailleurs, une comparaison détaillée entre deux logiciels de simulation décrivant l'interaction forte à basse énergie, nous a permis de déterminer le facteur de sécurité qui doit être appliqué au modèle.

Nous assurons aussi le suivi et la maintenance du code de simulation générale de LHCb.

Enfin, nous voudrions nous impliquer fortement dans la physique et dans la mise au point des algorithmes pour la révéler.

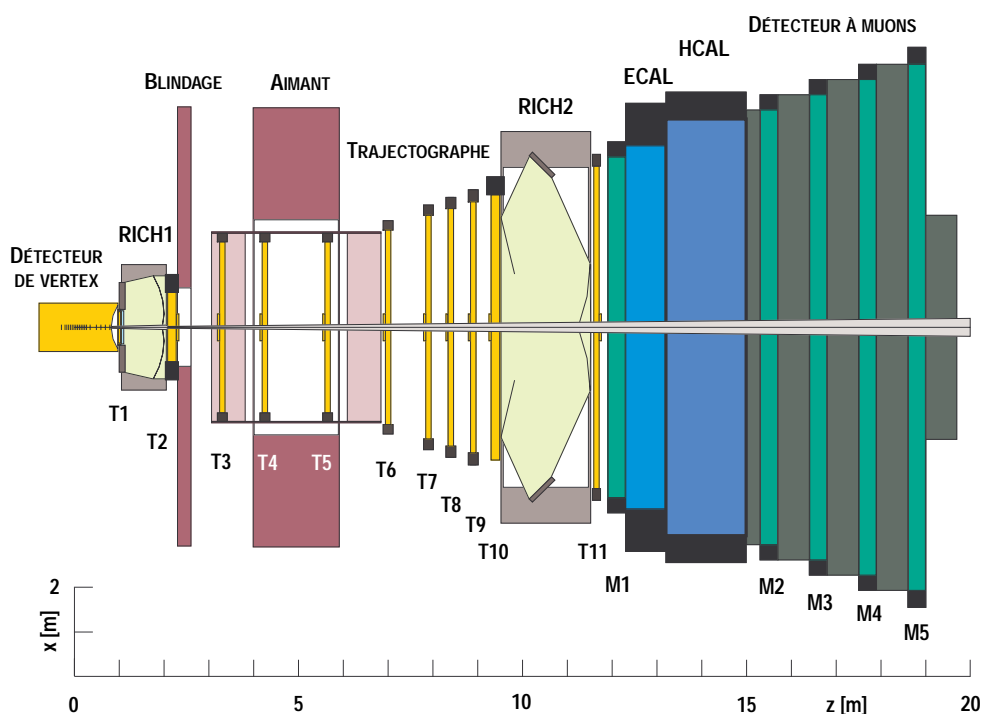


FIGURE 1 :

Vue du dessus du détecteur LHCb.

PARTICIPATION AU GROUPEMENT DE RECHERCHE SUSY

En 1997, un groupement de recherche a été mis en place au sein du CNRS. Il regroupe des théoriciens et des expérimentateurs de différents horizons. Son but est l'étude de la supersymétrie qui vise à combler les insuffisances du Modèle standard et à unifier les interactions de la nature. Nous participons à différents groupes de travail.

S. BASA, V. BERTIN, P. COYLE, A. EALET, D. FOUCHEZ,
A. MIREA, E. NAGY, S. NEGRONI, A. ROZANOV, C. TAO

La supersymétrie est une symétrie hypothétique de la nature qui égalise le nombre de degrés de liberté fermioniques au nombre de degrés de liberté bosoniques, à une certaine échelle en énergie. A chaque particule de matière, comme l'électron, est associée un partenaire supersymétrique qui est un boson. De même, pour les médiateurs des forces, comme le boson de jauge Z^0 , il existe un partenaire fermionique.

Bien que cette symétrie n'ait pas été prouvée expérimentalement, elle reste très attrayante, car c'est le seul schéma connu permettant l'unification de toutes les forces de la nature, y compris la gravitation. Par conséquent, la supersymétrie constitue un sujet de recherche intensif tant au plan expérimental que théorique. C'est pourquoi un groupement de recherche impliquant plusieurs départements du CNRS a été

mis en place en 1997. Son but est de développer les interfaces entre théoriciens et expérimentateurs et de valoriser les contributions françaises au niveau international. Il regroupe sur des thèmes de recherche communs des théoriciens et des expérimentateurs de différents horizons.

Au CPPM, nous participons aux groupes de travail suivants : LSP (« Light Supersymmetric Particle »), MSSM (« Minimal SuperSymetric Model »), NMSSM (« Non Minimal SuperSymetric Model »), R-parité, Saveurs et Stratégie. Nous animons les groupes LSP et Stratégie. Par ailleurs, certains d'entre nous sont membres du conseil du groupement de recherche. Les résultats de nos études ont été publiés entre autre dans le rapport à mi-parcours en 1998.

Nous avons organisé la réunion générale du Groupement de recherche qui a eu lieu au laboratoire en mai 1999.

LES ACTIVITÉS TECHNIQUES ET ADMINISTRATIVES

Electronique	34
Informatique	39
Mécanique	42
Services administratifs et généraux	46

ELECTRONIQUE

Composé de 16 personnes, le service électronique du CPPM a un fort potentiel d'études. Dix ingénieurs, dont les compétences sont largement réparties, sont capables de répondre aux exigences techniques très pointues de la physique. Les domaines d'activités s'étendent de la carte électronique spécifique, analogique ou numérique, aux circuits intégrés "full-custom" en passant par les transmissions rapides par fibres optiques ou le transport d'énergie sur plusieurs kilomètres. Plusieurs personnes du service enseignent dans des écoles d'ingénieurs de Luminy. De plus l'expertise microélectronique acquise depuis plusieurs années permet de diffuser de l'information envers les PME/PMI dans le cadre du programme Jessica.

J. BAURBERG, L. BLANQUART, P. BREUGNON, A. CALZAS, B. DINKESPILER, S. FAVARD, Y. GALLY, M. JEVAUD, F. LÉON, P.-L. LIOTARD, M. MENOUNI, C. OLIVETTO, P. OLLIVE, R. POTHEAU, B. REPETTI, F. RETHORE, J. ROYON, I. VALIN

LES MOYENS TECHNIQUES

Pour améliorer la phase d'étude, nous sommes équipés d'outils performants de conception assistée par ordinateur. Ils sont en partie identiques à ceux des autres laboratoires de l'IN2P3, avec une spécialité plus marquée dans le domaine de la microélectronique analogique bas bruit. Les logiciels de conception Cadence sont installés en réseau sur

station de travail SUN. Ils permettent la création des différents schémas électroniques et la simulation d'ensemble. La chaîne complète est utilisée pour la conception et le développement de cartes ainsi que pour les circuits intégrés. Des logiciels plus spécialisés sont également à la disposition des concepteurs pour les circuits programmables haute densité du type : FPGA Xilinx et EPLD Altera.

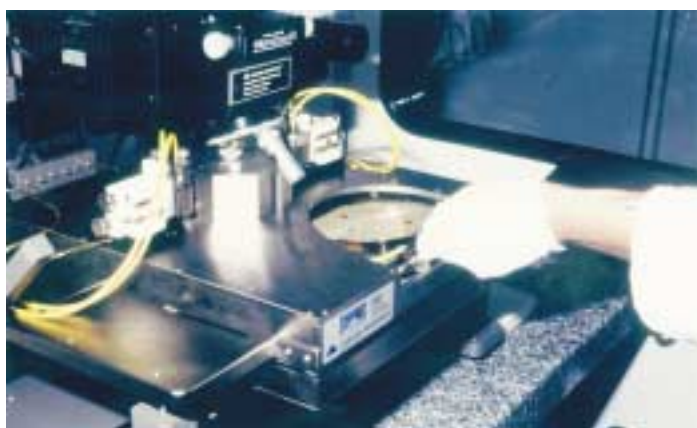


FIGURE 1 :

Appareil permettant le test des circuits intégrés sur "wafer".

Après la phase d'étude, les tests se déroulent en laboratoire avec un équipement adapté : générateur rapide, oscilloscope, analyseur logique, analyseur de spectre... A côté de cet équipement, nous disposons de matériel plus spécifique orienté

vers les tests en microélectronique. Le matériel est composé d'une machine à câbler les circuits intégrés et d'une machine à tester les circuits électroniques directement sur "wafers". Elle est photographiée sur la Figure 1.

Autour de ces équipements, les électroniciens sont amenés à concevoir des bancs de tests ou des logiciels de contrôle. Ceci est obtenu grâce à l'utilisation du logiciel Labview, qui permet aussi bien de piloter des appareils de mesure du commerce que des cartes développées au sein du service électronique.

Toutes ces compétences et appareils divers sont mis à contribution pour les différentes expériences de physique dans lesquelles le service électronique est impliqué.

En dehors de ces aspects techniques, nous accueillons chaque année plusieurs stagiaires de niveau IUT, maîtrise ou école d'ingénieurs. De plus des personnes en détachement viennent régulièrement faire leur thèse au sein du service en vue de l'obtention d'un diplôme CNAM option électronique.

ELECTRONIQUE POUR LE DÉTECTEUR ANTARÈS

Antarès met à profit les compétences acquises dans les transmissions sur fibres optiques aussi bien dans le domaine analogique que numérique. Pour le prototype de ligne de détecteurs, immergé

en 1999, les signaux issus des photomultiplicateurs sont transformés en signaux lumineux, puis transportés sur plus de 40 kilomètres. Dans la station terrestre, les signaux lumineux sont convertis de nouveau en signaux électriques pour un traitement standard.

Après une phase de développement, nous avons été fortement impliqués dans la réalisation et l'intégration des sous-ensembles électroniques du module de contrôle local. Il comprend des cartes de sommation et de marquage du signal analogique issu des tubes photomultiplicateurs, une carte CPU connectée à un réseau Worldfip ainsi que l'alimentation basse tension.

Nous avons aussi développé le conteneur électronique principal qui comprend plusieurs fonctions. Installé au pied de la ligne, il convertit les 1500 volts venant de la terre en 400 volts distribués dans la ligne. Il assure la conversion électro-optique des signaux analogiques venant des photomultiplicateurs et la transmission de cette information vers la côte à travers deux fibres optiques. Son interface Ethernet permet de communiquer les ordres à la ligne.



FIGURE 2 :

Vue de l'intégration d'un module de contrôle local.

Dans le projet à venir, les signaux seront numérisés avant d'être envoyés à la côte. Les débits requis sont de l'ordre du gigabit par seconde. Une horloge sera distribuée avec une précision meilleure que la nanoseconde dans un volume d'un kilomètre cube. La Figure 2 montre l'ensemble des

cartes et les connexions constituant le module de contrôle local. Nous sommes aussi en charge de la transmission d'énergie : problème complexe lié à la distance de 40 kilomètres et à la puissance disponible au pied de la ligne qui est supérieure au kilowatt.

ELECTRONIQUE POUR LE CALORIMÈTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DU DÉTECTEUR ATLAS

Atlas a permis de développer et d'appliquer le savoir-faire en matière de transmission numérique rapide sur fibres optiques, de développement et mise au point de circuit FPGA haute densité et de circuit DSP.

L'information numérique délivrée par le calorimètre sera transportée par 1600 liaisons optiques ayant un débit de 1.6 Gbits/s. Elles seront situées dans un environnement où le taux de radiation est élevé. Des cartes de tests ont

permis de valider le principe et de tester la résistance aux radiations des liaisons optiques. Un système de mesure du taux d'erreurs est en cours de construction. Il utilise le logiciel Labview et il permettra de contrôler l'efficacité des liaisons.

Pour les tests du Module 0 une carte mémoire de grande capacité a été étudiée et réalisée. Elle est montrée sur la Figure 3. Développée en 100 exemplaires, elle a permis d'étudier la réponse des cellules du calorimètre lors des tests en faisceau, et d'obtenir des informations pour l'optimisation du filtrage numérique à mettre en œuvre.



FIGURE 3 :

Carte de mémorisation MiniRod.

Le traitement numérique doit permettre de reconstruire l'énergie déposée dans les cellules du calorimètre. Cinq échantillons consécutifs sont numérisés au sein des cartes frontales. Ils sont envoyés par fibres optiques vers le système de lecture. Ce dernier effectue un ajustement de ces cinq échantillons et calcule l'énergie déposée.

Des cartes de traitement reconstruiront en parallèle l'énergie déposée, toutes les 25 ns, dans les 200 000 cellules du calorimètre. Le temps de

traitement par événement est de l'ordre de 10 μ s. Des circuits DSP spécialisés dans ce type de traitement ont été choisis. Un prototype est en cours de développement. Il est constitué d'une carte mère et de quatre cartes de traitement numérique. Nous développons l'une de ces dernières en collaboration avec le laboratoire NevisLab aux Etats-Unis. Elle traitera 64 cellules du détecteur. La puissance de calcul sera fournie par un DSP de 2000 MIPS couplé à un circuit programmable haute densité.

ELECTRONIQUE POUR LE DÉTECTEUR À PIXELS D'ATLAS

Pour le détecteur à pixels, nous avons mis à profit notre compétence et notre savoir-faire dans le domaine de la microélectronique analogique "full custom", dans les technologies standard et durcie aux radiations. Nous participons au développement des cellules analogiques, au test des

circuits sur "wafer", et à l'association de ces circuits de lecture avec le détecteur à pixels par une technologie "flip-chip" du LETI. Nous avons validé, avec le circuit MAREBO, la chaîne complète comprenant le détecteur à pixels et son électronique de lecture. Le circuit MAREBO contient la cellule analogique qui a été retenue pour la version finale.

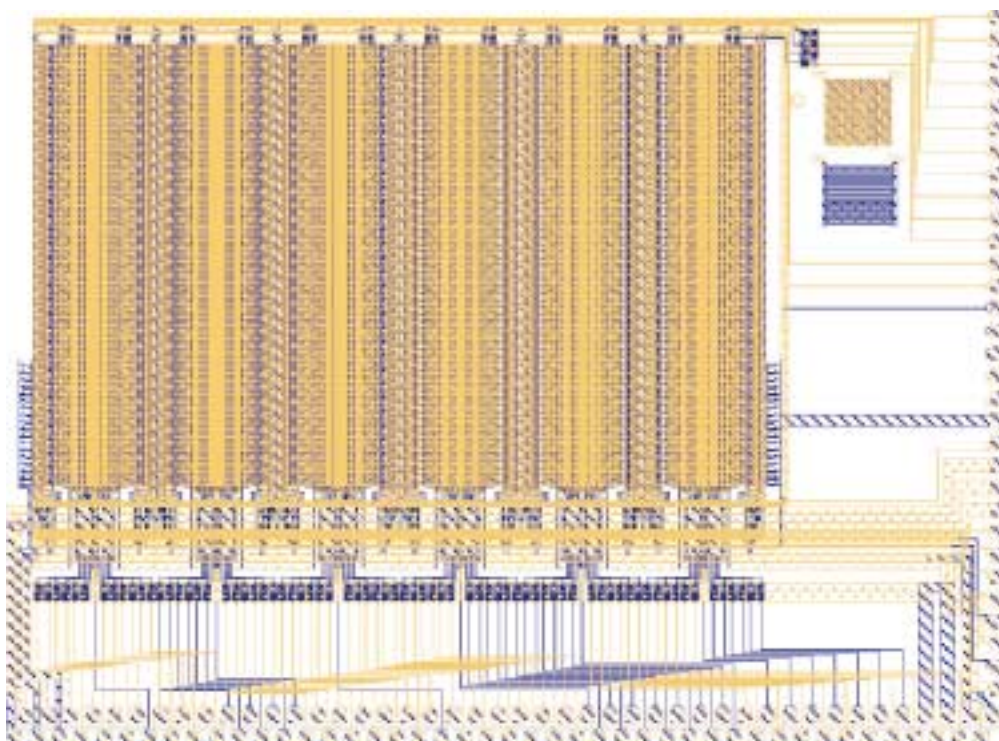


FIGURE 4 :
Circuit MAREBO.

Les différents partenaires de la collaboration : CPPM, LBL, Institut de Physique de Bonn, ont réalisé un circuit correspondant à la version définitive. Ce circuit en technologie DMILL sera utilisé pour l'ensemble du détecteur et des disques. Nous sommes en train de valider la procédure de test automatique sur "wafer". Une carte à pointes, pilotée automatiquement, scrute l'ensemble des circuits. En parallèle à ces développements en laboratoire, nous participons à l'acquisition des données des circuits testés en faisceau. Nous réalisons des bancs de tests comprenant diverses cartes de pilotage compatibles avec les différentes versions des circuits.

ELECTRONIQUE POUR SYSTÈME DE DÉCLENCHEMENT DE LHCb

Nous avons proposé une solution alternative pour un des processeurs spécialisés du système de déclenchement de niveau zéro de l'expérience LHCb. Elle a été retenue par la collaboration comme étant la solution de base pour ce processeur. Pour valider les concepts mis en œuvre, des sous-ensembles vont voir le jour d'ici la fin de l'année. Ceci mettra en jeu les outils de synthèse logique avec un ciblage vers des circuits programmables haute densité, le calcul rapide à l'aide de DSP ainsi que des transmissions rapides par fibres optiques et par fond de panier dédié.

PROJET INNOVANT ET INTERFACE INDUSTRIELLE

Notre compétence en microélectronique analogique nous a permis de mettre en place deux types de collaboration : la première avec une entreprise de la région pour la conception d'un circuit spécifique appliqué à la dosimétrie électronique, la deuxième avec l'ESRF de Grenoble concernant une application d'imagerie à rayons X. Ce circuit entièrement conçu au laboratoire, utilise l'expérience acquise depuis de nombreuses années dans l'électronique associée au détecteur à pixels. Fin

1999, un premier prototype permettra de valider le concept avant de réaliser des détecteurs de grande taille.

Dans le cadre du programme Jessica, programme national en amont du programme Puce, nous sommes sollicités en tant qu'expert technique. Nous analysons les projets des PME/PMI qui veulent intégrer de l'électronique ou réaliser un saut technologique en passant d'une technologie standard à une technologie intégrée. La prestation envers l'entreprise peut aller du simple conseil à la réalisation d'une expertise.

INFORMATIQUE

Le service informatique du CPPM développe et exploite les moyens informatiques du laboratoire. Il participe aussi aux expériences de physique dans le domaine du calcul scientifique. L'équipe "exploitation" gère les systèmes et réseaux informatiques. Elle s'occupe également de la mise en œuvre des programmes Labintel et XLAB auprès des services administratifs du laboratoire. Le groupe de "Support à la Physique" est réparti en deux sous-groupes. Le premier intervient au niveau des techniques de simulation, de reconstruction, de gestion et d'analyse des données. Le second développe des applications temps réel.

R. BAZZOLI, C. BEE, J. BRUNNER, P.-Y. DUVAL, T. KACHELHOFFER, S. KERMICHE,
D. LAUGIER, A. LE VAN SUU, L. LOIT, J.-J. LOESCH, C. MEESEN, T. MOUTHUY, Z. QIAN,
J. RAGUET, M. RICARD, C. RONDOT, J.-M. SANTONI, M. THULASIDAS, A. TSAREGORODTSEV

EXPLOITATION

Le système informatique du laboratoire est installé sur des stations de travail, des micro-ordinateurs et des serveurs. Ces différentes plate-

formes sont reliées entre elles par un réseau local Ethernet. Ce réseau est divisé en segments qui correspondent aux différents services et groupes d'expériences :

SEGMENT	MATÉRIEL
Aleph	Terminaux X, PC Windows NT, stations DecUnix DEC 3000/300 et serveur DEC 2100 A 5/300
Antarès, Atlas, D0, LHCb	Terminaux X, PC Linux et Windows NT, stations HP et serveur HP D370
H1	Terminaux X, stations SGI et serveur Origin 200
Informatique temps réel	Stations SUN, Terminaux X, stations d'acquisition HP, PC Windows NT
Electronique	Stations SUN, terminaux X, PC Windows NT
Mécanique	Stations Alpha 255 et PC Windows NT
Administration	PC Windows NT
Autres	Machines de service : PC, SUN, imprimantes...


Les différents segments sont interconnectés par des commutateurs Ethernet HP 4000, chacun possède 40 ports autorisant des débits de 10 à 100 Mb/s.

Le laboratoire est connecté au réseau national Renater 2. Nous sommes directement reliés au point d'entrée de ce réseau dans la région, à travers une ligne à 2 Mb/s. Ce lien est indispensable pour avoir une

bonne efficacité dans les échanges avec la communauté de la physique des hautes énergies.

Un serveur de communication permet des accès par modem aux machines du laboratoire.

Un serveur SUN gère l'ensemble des services Internet du laboratoire : courrier électronique, pages Web du laboratoire, serveur LDAP.



Le laboratoire a fait face à une montée en puissance du parc de micro-ordinateurs PC utilisant le système d'exploitation Windows NT. Le groupe d'exploitation a créé quatre sous-domaines afin d'isoler les différents secteurs du laboratoire, avec une gestion centralisée. Nous prévoyons aussi une augmentation des micro-ordinateurs PC sous système d'exploitation Linux. Cette plate-forme pourrait, à terme, remplacer les serveurs interactifs Unix.

Nous avons également mis en œuvre un système de sauvegarde centralisé. Il permet la copie journalière des répertoires des utilisateurs de manière uniforme, grâce à un robot alimenté en cassettes DLT 7000.

INFORMATIQUE POUR L'EXPÉRIENCE ALEPH

Pour suivre les choix technologiques de la collaboration, nous avons effectué le passage du système d'exploitation de notre serveur DEC de VMS à Unix. Cette transformation a nécessité la sauvegarde et la restitution de l'ensemble des données, environ 150 Goctets, ainsi que la reconstruction des outils utilisés par les physiciens pour les adapter au nouveau système d'exploitation et à la nouvelle architecture des données. Ce travail a ensuite permis de redémarrer l'activité de production de données Monte-Carlo pour les utilisateurs du laboratoire et pour la collaboration.

INFORMATIQUE POUR L'EXPÉRIENCE ANTARÈS

Le groupe temps réel du laboratoire est responsable du système d'acquisition des données du projet Antarès. Il assure aussi la conception et la réalisation du système de contrôle et de commande des paramètres physiques et géométriques du détecteur. Nous avons développé pour la première phase du projet un système basé sur un réseau de terrain industriel, Worldfip, qui associe fiabilité, redondance et extensibilité. L'originalité de ce choix réside dans l'utilisation d'un réseau de terrain pour une expérience immergée et dans l'utilisation d'une passerelle Worldfip/Ethernet pour transporter l'information sur une distance de

quarante kilomètres.

Nous avons également la responsabilité de l'installation et du suivi des outils logiciels de l'expérience Antarès. Une restructuration du format des données a été entreprise, et les outils logiciels adéquats ont été construits. Nous avons développé un programme de simulation rapide des événements dans le détecteur. Il pallie les limitations du programme standard, Géant, utilisé dans la communauté de physique des particules. Cette simulation rapide est maintenant largement utilisée par les physiciens de la collaboration. Elle a permis l'optimisation de la géométrie du détecteur de surface 0.1 km².

INFORMATIQUE POUR L'EXPÉRIENCE ATLAS

Le groupe temps réel du laboratoire est impliqué dans deux projets de la collaboration Atlas.

Dans le premier projet, nous poursuivons le développement du système d'acquisition des données utilisé pendant les tests en faisceaux du calorimètre à argon liquide, et du détecteur à pixels. Dans le cadre du programme de recherche et développement, RD13, nous avons conçu ce système d'acquisition sur une architecture répartie sur plusieurs processeurs et sur différentes plate-formes. Nous avons récemment intégré la nouvelle électronique de lecture du calorimètre et le nouveau télescope à microstrips utilisé par le détecteur à pixels. Nous avons aussi amélioré sensiblement la vitesse d'acquisition, permettant une minimisation du temps passé au Cern et une augmentation de la statistique enregistrée.

Dans le second projet, nous participons à l'étude de la ferme de filtrage des événements en temps réel et au développement du système de contrôle général du système d'acquisition.

Le système de filtrage devra être capable de traiter, en temps réel, un flot de données de l'ordre de quelques giga-octets par seconde. Nos estimations indiquent que ce système de haute performance devrait avoir une capacité de calcul équivalente à un millier de processeurs. Une architecture de calcul parallèle où chaque processeur traite indépendamment un événement, semble tout

à fait appropriée. Nous avons développé une architecture de flot de données qui ne dépend pas des protocoles de communication et des architectures de machines. Nous avons construit un prototype, photographié sur la Figure 1, basé sur une ferme de micro-ordinateurs PC utilisant le système d'exploitation Windows NT. Il a permis de tester les concepts de gestion et de coordination dans cet environnement temps réel très contraint.

Le système de contrôle général du système d'acquisition fournit l'ensemble des services nécessaires pour contrôler et commander le système d'acquisition. Nous avons développé le module de gestion de processus distribués. Une première version du système d'acquisition, réalisé par plus de 10 personnes en parallèle, a servi de banc de test pour l'expérimentation d'outils de génie logiciel avancés, pour la spécification, le développement, le test et la gestion d'importantes configurations logicielles.

Nous développons aussi un système de contrôle réparti à base d'agents mobiles Java. Ce prototype doit être testé très prochainement sur le prototype développé pour le filtre d'événements.

INFORMATIQUE POUR L'EXPÉRIENCE H1

Nous avons entrepris une étude pour

améliorer le système d'acquisition de l'expérience H1. La collaboration doit remplacer un système vieillissant par un nouveau système basé sur des machines Unix. Nous avons testé un système de communication entre les différentes machines d'acquisition sur une architecture client serveur écrite en partie en langage Java. Nous avons élaboré un prototype dont les performances ont été évaluées. D'autre part, nous avons la responsabilité du logiciel de visualisation des événements : améliorations, adaptation à l'évolution des données, soutien aux utilisateurs de la collaboration. Ceci implique un suivi permanent des évolutions du détecteur et de la prise de données.

INFORMATIQUE POUR L'EXPÉRIENCE LHCb

Nous sommes responsables des logiciels de simulation et de reconstruction de l'expérience LHCb. Ces codes, écrit en Fortran, sont utilisés par la collaboration dans toutes les études en cours. Par ailleurs, nous avons développé un modèle qui permet de décrire le bruit de fond dans le détecteur à muons. Ce modèle est indispensable pour optimiser le détecteur à muons et le système de déclenchement qui lui est associé.



FIGURE 1 :

Prototype de la ferme de filtrage des événements en temps réel pendant les tests sur la ferme de calcul PCSF du Cern.

MECANIQUE

Les principaux projets techniques soutenus pendant cette période ont été centrés sur l'expérience Atlas, avec les réalisations concernant le détecteur à pixels et le calorimètre électromagnétique. Le service mécanique du laboratoire a également assumé dans leur intégralité les réalisations mécaniques du prototype de la ligne de la collaboration Antarès.

G. ARTHAUD, M. BILLAULT, P.-E. BLANC, J.-P. BUSSO, L. CHARMASSON, H. CRESPIN, P. DARGENT, X. DEGIOVANNI, S. DEGUERO, S. DEVIC, J.-L. GIMENEZ, M. JACQUET, P. KARST, D. LABAT, L. LOPEZ, L. MARTIN, C. OLIVIER, M. RAYMOND, E. VIGEOLAS

LES MOYENS TECHNIQUES

Les moyens du service mécanique couvrent un champ de techniques le plus large possible, afin de répondre aux besoins des expériences. Nous concevons des systèmes mécaniques complexes, fabriquons des pièces mécaniques de haute précision et contrôlons leurs dimensions.

Dans la phase d'étude et de conception, nous utilisons les logiciels de calculs par éléments finis Analyst et Systus+ ainsi que les logiciels de conception assistée par ordinateur Euclid.

La fabrication des pièces est effectuée dans notre atelier qui est équipé de machines à commande numérique et d'un centre d'usinage. Le logiciel de fabrication assisté par ordinateur, Goelan, permet de réaliser les programmes d'usinage sur les machines à commandes numériques. Les données sont aujourd'hui transférées directement depuis le bureau d'études vers l'atelier grâce à l'interface logiciel appropriée.

Dans la phase de contrôle des pièces, nous utilisons les méthodes traditionnelles ainsi que des machines de mesure tridimensionnelle avec et sans contact. Ces deux machines ont été utilisées pour les projets Aleph, Antarès et Atlas. Elles sont également à disposition des entreprises de la région.

MÉCANIQUE POUR LE DÉTECTEUR À PIXELS D'ATLAS

Nous avons en charge l'étude et le développement d'une structure sécurisée pour le support

des éléments du détecteur à pixels de la collaboration Atlas. Cette structure en matériaux composites est illustrée sur la Figure 1. Elle doit permettre le refroidissement des éléments du détecteur à pixels et les maintenir à une température inférieure à -6°C . Cette structure assure aussi le positionnement très précis des détecteurs à pixels.

Par ailleurs, nous avons la responsabilité de l'assemblage de la deuxième couche du détecteur à pixels. Un outillage d'assemblage de précision utilisant les machines de mesures tridimensionnelles est en cours d'étude.

MÉCANIQUE POUR LE CALORIMÈTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DU DÉTECTEUR ATLAS

Nous avons en charge le développement et la production des modules " bouchon " du calorimètre électromagnétique à argon liquide d'Atlas. La réalisation de ce détecteur s'effectue en collaboration avec l'Université de Madrid et l'Institut de Novossibirsk.

Au cours des années 1998-1999, nous avons continué la fabrication des éléments du Module 0 et réalisé son assemblage dans une salle dédiée en environnement contrôlé. Le Module 0 en cours d'assemblage est montré sur la Figure 2. Cette étape a permis de valider la conception de chaque élément, de réaliser la mise au point des outillages et de rédiger les spécifications nécessaires à la production des 16 modules suivants.

La structure, en alliage d'aluminium à haute

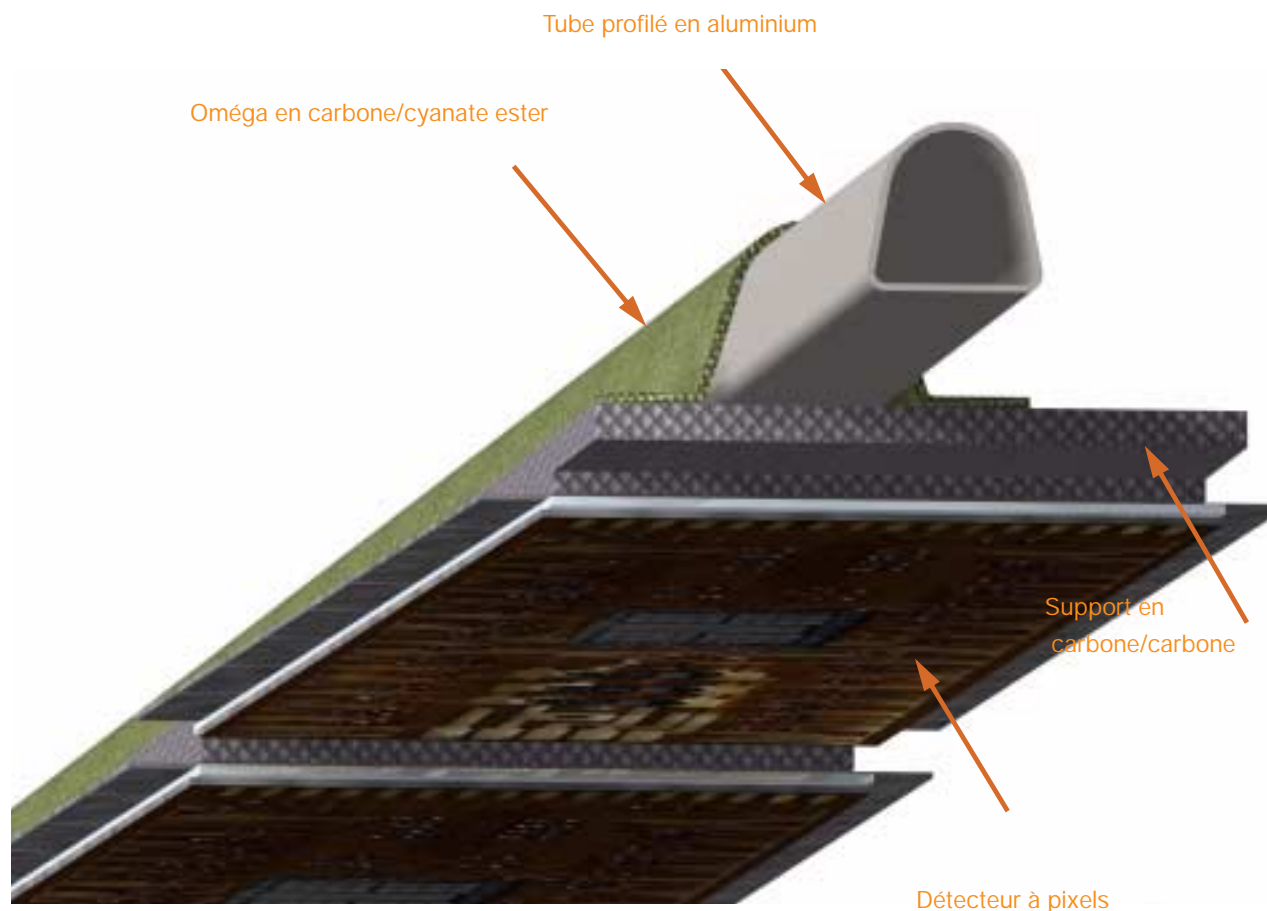


FIGURE 1 :

Représentation en CAO d'un support composite muni des détecteurs à pixels.

résistance élastique, est constituée de couronnes concentriques. Elle est subdivisée en 8 secteurs de 45°. Les éléments de cette structure assurent le positionnement des absorbeurs avec une précision de 50 microns. Les absorbeurs, mesurant jusqu'à 1.5 m, doivent donc être usinés avec une précision inférieure à 20 microns. Toutes les pièces sont contrôlées au laboratoire avec la machine de mesure tridimensionnelle.

Les barreaux de positionnement des absorbeurs sont en composite verre/époxy et sont réalisés par injection basse pression, procédé RTM. Les caractéristiques du matériau étant maîtrisées, quatre postes de moulage ont été entièrement développés au laboratoire. Les plus grands d'entre eux

sont semi-automatiques et permettent de mouler des barreaux d'environ 1.4 m. Les cycles de polymérisation sont entièrement contrôlés.

Les espaceurs, en structure nids d'abeilles, assurent l'isolation électrique entre les absorbeurs et les électrodes. L'espace entre ces deux parties varie continûment de 0.8 à 2.6 mm. Les espaceurs sont réalisés par sciage, puis découpés en bandes. Ensuite, ces bandes sont coupées à la longueur exacte.

Un bâti de montage en profilé d'aluminium reçoit les modules de trois tonnes. Il permet l'assemblage du module et son retournement à l'horizontale pour le transport. Il sera utilisé pour les 8 modules à assembler au laboratoire.

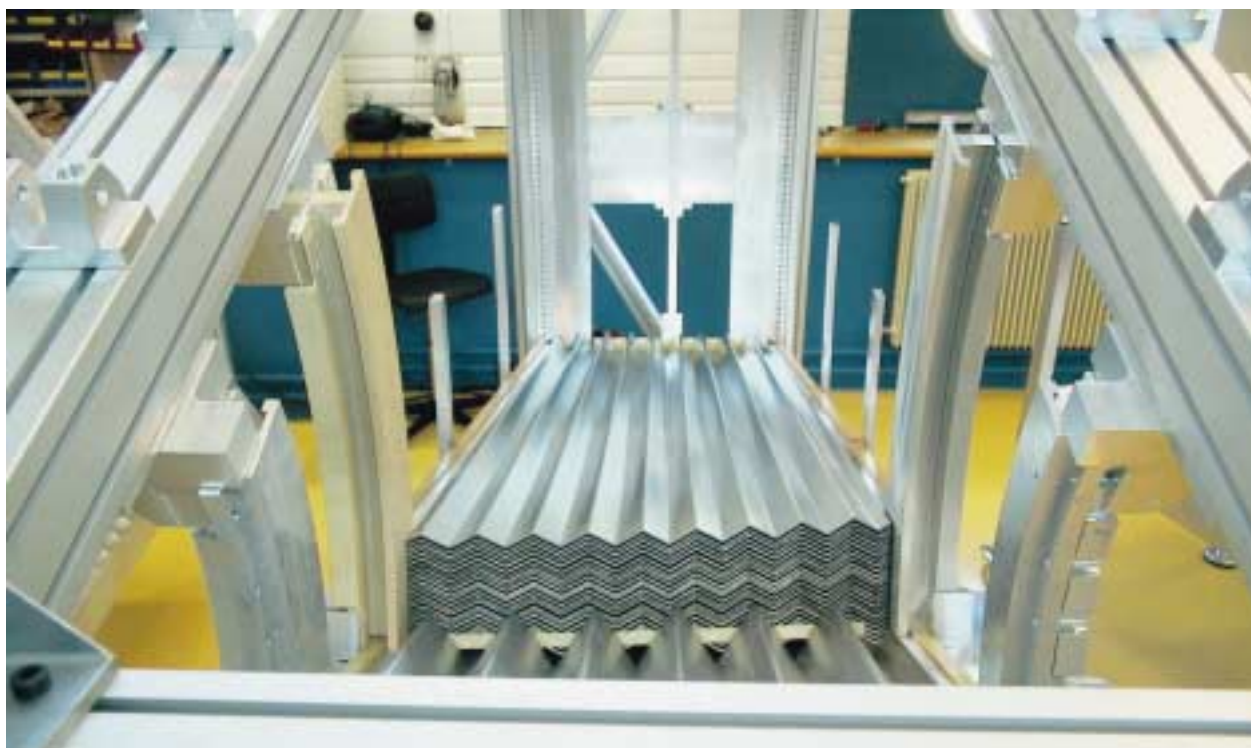


FIGURE 2 :

Le Module 0 en cours d'assemblage.

On distingue les couronnes en aluminium et les absorbeurs pliés en accordéon.

Un système de déplacement des modules est à l'étude. Il permettra un positionnement des modules avec une précision de 50 microns lors de l'assemblage des roues.

La fragilité des modules nécessite l'utilisation d'absorbeurs de chocs et de vibrations durant le transport jusqu'au Cern. Les modules sont instrumentés d'accéléromètres afin de contrôler durant le transport le niveau d'agression atteint.

MÉCANIQUE POUR LE DÉTECTEUR SOUS-MARIN DE NEUTRINOS ANTARÈS

Le détecteur sera composé de lignes équipées de photomultiplicateurs. Les lignes sont déposées sur le fond, par 2500 m de profondeur. Elles sont tendues verticalement par la double action d'un lest de stabilisation en pied de ligne et de flotteurs en mousse syntactique en tête de ligne. Entre les deux, la ligne de détection proprement dite se compose de câbles porteurs et de structures mécaniques supportant l'instrumentation et l'électronique.

Le service mécanique du laboratoire a en

charge la quasi-totalité des développements et fabrications mécaniques de l'expérience Antarès. Durant l'année 1998, nous avons fabriqué puis immergé la première ligne prototype. Elle est constituée de deux câbles parallèles longs de 350 m et supportant 16 étages d'instrumentation. Les étages sont en matériau composite verre/époxy. Ils résistent à des sollicitations mécaniques supérieures à 1500 daN. Nous avons minimisé leur coefficient de traînée pour limiter les déformations de la ligne sous l'action des courants marins. Nous avons étudié le lest. C'est une structure en acier, mécano soudée. Notre atelier a pris en charge une part importante de sa réalisation. Cette activité a permis notamment d'accroître notre savoir-faire en soudage. Les câbles porteurs sont constitués de fibres parallèles en aramide et terminés par une pièce de liaison en titane. Nous maîtrisons la longueur et l'allongement des câbles à dix millimètres près.

L'immersion de cette ligne en septembre 1998, pour une durée limitée à quelques heures, a permis

d'atteindre les premiers objectifs : validation des procédures de déploiement en mer, validation de l'architecture de la ligne, mesure de la déformée de la ligne durant les opérations. Cette version autonome de la ligne a été améliorée fin 1998 et début 1999 pour être connectée au câble électro-optique relié à la côte. Une nouvelle immersion, pour une durée de six mois, a été effectuée en novembre 1999.

En parallèle, nous nous sommes engagés sur les études concernant les lignes du futur détecteur. Il s'agit de fabriquer et de déployer en mer un réseau d'une douzaine de lignes identiques réparties sur une surface d'un dixième de km^2 . Plusieurs composants majeurs sont étudiés au laboratoire. Les supports de modules optiques positionnent les

photomultiplicateurs. Ils doivent associer légèreté, rigidité, résistance à la corrosion. De plus ils doivent avoir un bon comportement hydrodynamique.

Nous avons dimensionné les conteneurs renfermant l'électronique. Nous avons utilisé le logiciel de calcul par éléments finis Systus +, en statique et au flambement. Le résultat est illustré sur la Figure 3. Nous avons aussi réalisé des tests d'implosion en collaboration avec le centre Ifremer de Brest pour valider les dimensions du système.

La structure de la boîte de jonction assure le maintien du câble de communication avec la station à terre et doit permettre la connexion par sous-marin de chacune des lignes du réseau.

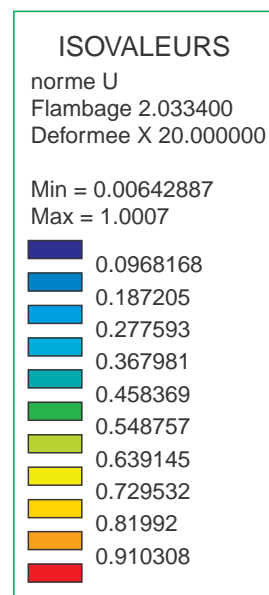
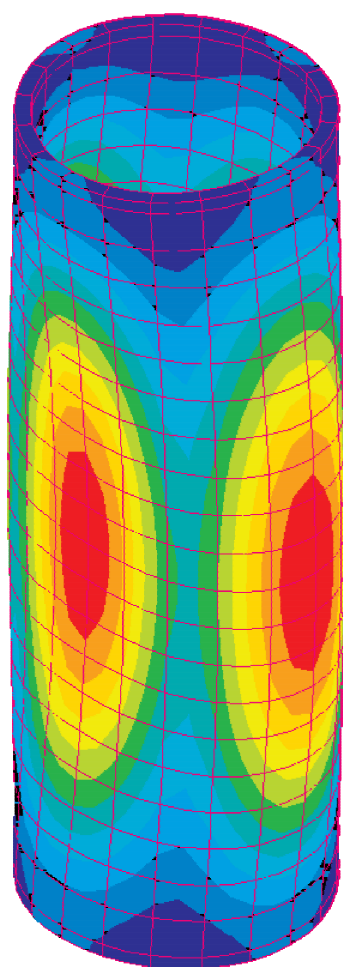


FIGURE 3 :

« Calcul au flambement » d'un conteneur renfermant l'électronique de lecture du détecteur Antarès.

SERVICES ADMINISTRATIFS ET GÉNÉRAUX

Les services administratifs et généraux du CPPM regroupent 14 personnes. Ils travaillent en étroite collaboration avec les services administratifs de l'IN2P3, de l'Université de la Méditerranée et de la Délégation Provence. Leur objectif est d'apporter un service efficace aux groupes scientifiques et aux services techniques du laboratoire, tout en veillant au respect des procédures administratives.

F. AMAT, J. BAFARO, G. BARTHIER, C. BERNARD, B. CHEVANNE, M. DAMOISEAUX,
M.-P. DEVARIEUX, G. INGARSIA, V. LECLERCQ ORTAL, J. MUNOZ, M. PÉRON, I. RICHER,
F. SCHIANO, D. SEGURA

Les différentes fonctions des services administratifs et généraux sont résumées ci-dessous. Nous avons inclus les outils que nous utilisons ainsi que les principaux chiffres qui caractérisent notre activité.

SERVICES ADMINISTRATIFS

Secrétariat du directeur

Secrétariat de la direction et des services techniques

Secrétariat administratif

Labintel

Base de données des personnels

Secrétariat scientifique et secrétariat des expériences

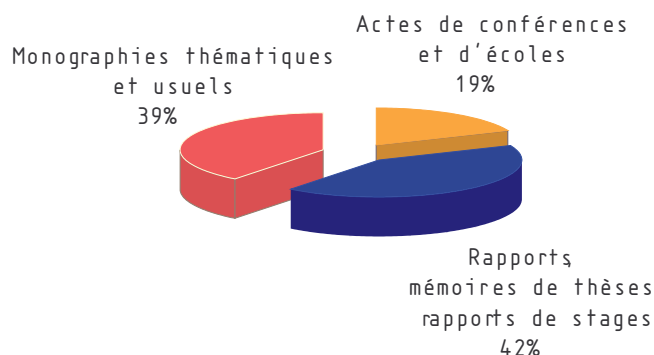
Edition scientifique

Gestion des colloques

Documentation, communication

Démocrite 2

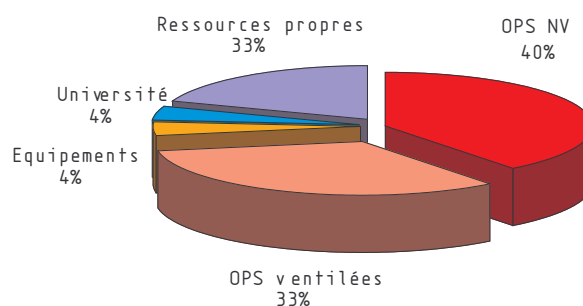
Photothèque IN2P3



Fonds documentaire

Gestion financière

Logiciel XLAB
Régisseur d'avance IN2P3



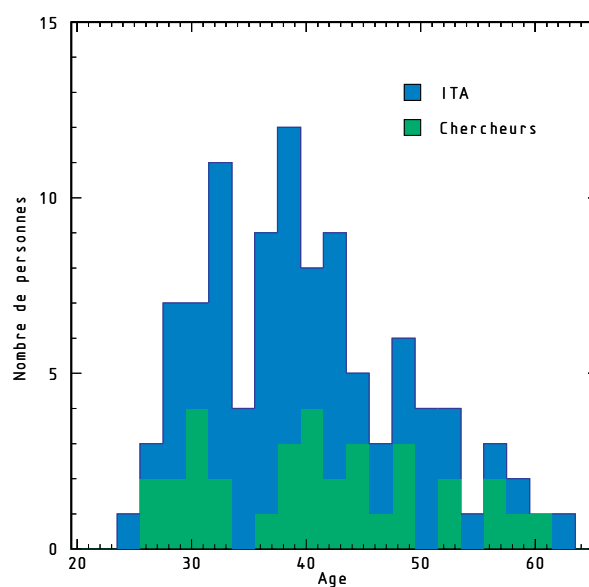
Répartition du budget 1999

1500 commandes par an
3000 factures par an

Missions

1500 missions par an, en France et à l'étranger

Gestion du personnel, relations internationales, formation permanente



SERVICES GÉNÉRAUX

Infrastructure : contrats d'entretien,
maintenance des locaux
Transport de matériels, courses,
gestion des véhicules
Accueil, gardiennage, courrier, fournitures

Afin d'améliorer le fonctionnement des services administratifs et généraux, un projet de base de données centralisée, accessible par réseau, est à l'étude.

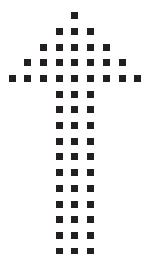
ENSEIGNEMENT ET FORMATION

Enseignement universitaire

49

Formation par la recherche

50



ENSEIGNEMENT UNIVERSITAIRE

Un tiers environ des physiciens du CPPM sont enseignants à l'Université de la Méditerranée. Plusieurs chercheurs et ingénieurs du CNRS participent également à l'enseignement universitaire.

1^{ER} CYCLE

DEUG MIAS, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
Dynamique des systèmes

DEUG SCIENCES DE LA MATIÈRE, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
Electromagnétisme
Electrocinétique
Relativité restreinte
Thermodynamique classique

DEUG SCIENCES DE LA TERRE, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
Dynamique des systèmes

DEUG SCIENCES DE LA VIE, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
Dynamique des systèmes
Optique géométrique et ondulatoire

DEUG, STAPS, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
Mathématique
Mécanique

2^{ÈME} CYCLE

LICENCE ET MAÎTRISE DE PHYSIQUE ET APPLICATIONS, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE
Théorie et traitement du signal
Cours de mathématiques
Informatique temps réel
Introduction à la conception et à l'ingénierie assistée par ordinateur
Contrôle de processus

MAÎTRISE DE PHYSIQUE, UNIVERSITÉ D'AIX-MARSEILLE III
Physique subatomique

MAÎTRISE DE PHYSIQUE, UNIVERSITÉ DE PROVENCE
Physique des particules expérimentale

FILIÈRE INFORMATIQUE DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DES INGÉNIEURS DE LUMINY
Architecture des ordinateurs
Automatisme
Environnement technique des ordinateurs
Informatique temps réel
Electronique
Electronique et technique des composants
Support et propagation des signaux

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE PHYSIQUE DE MARSEILLE
Physique des particules expérimentale

3^{ÈME} CYCLE

DEA CHAMPS – PARTICULES – MATIÈRES UNIVERSITÉ PARIS VI, VII, XI ET INSTN
Astronomie neutrino de haute énergie

DEA PHYSIQUE DES PARTICULES, PHYSIQUE MATHÉMATIQUE ET MODÉLISATION UNIVERSITÉ DE PROVENCE, UNIVERSITÉ DE LA MÉDITERRANÉE, UNIVERSITÉ AIX-MARSEILLE III, UNIVERSITÉ DE TOULON
Responsabilité de l'option Physique des Particules
Informatique
Physique des particules expérimentale
Résultats expérimentaux en physique des particules

LABORATOIRE D'ACCUEIL POUR D'AUTRES ÉCOLES DOCTORALES

Ecole doctorale constituants élémentaires
↔ systèmes complexes
Université Paris VI, VII, XI et INSTN

Ecole doctorale de physique de Paris
Université Paris VI, VII, XI de l'Ecole Normale Supérieure et de l'Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielles

Ecole doctorale de physique et astrophysique de Lyon
Université Lyon I

Ecole doctorale de physique fondamentale de Lyon
Ecole Normale Supérieure de Lyon, Université Lyon I, Université Joseph Fourier de Grenoble, Université de Savoie

Ecole doctorale de physique de Grenoble
INP Grenoble et Université Paris XI

Ecole doctorale des sciences fondamentales
Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand

DEA de physique subatomique, modélisation et instrumentation
Université Strasbourg

FORMATION PAR LA RECHERCHE

THÈSES SOUTENUES AU CPPM

Etude de mélange $B_s - \bar{B}_s$ dans l'expérience ALEPH au LEP
Olivier Leroy, Université de la Méditerranée, 27 avril 1998

Recherche de fermions excités dans l'expérience H1 auprès du collisionneur positron-proton HERA
Isabelle Négri, Université de la Méditerranée, 29 avril 1998

Recherche du boson de Higgs standard dans l'expérience ALEPH à LEP2
Fabien Motsch, Université de la Méditerranée, 29 mai 1998

Optimisation des performances du bouchon du calorimètre électromagnétique d'ATLAS. Etude de son système optoélectronique de lecture
Olivier Martin, Université de la Méditerranée, 2 octobre 1998

Optimisation et caractérisation des performances d'un télescope sous-marin à neutrinos pour le projet ANTARES
Fabrice Hubaut, Université de la Méditerranée, 20 avril 1999

Optimisation d'un calorimètre électromagnétique bouchon pour l'expérience ATLAS - Etude des modèles SUGRA avec violation de la R-parité (couplages à trois leptons) avec le détecteur ATLAS
Adrian Mirea, Université de la Méditerranée, 30 avril 1999

Caractérisation des performances à basse énergie du futur télescope sous-marin à neutrinos ANTARES et leur application à l'étude des oscillations des neutrinos atmosphériques
Cristina Carloganu, Université de la Méditerranée, 6 décembre 1999

Actuellement, 13 étudiants préparent une thèse au CPPM.

HABILITATIONS À DIRIGER LES RECHERCHES

Recherche de neutrinos solaires et de matière noire
Charling Tao, Université de la Méditerranée, 27 septembre 1999

Les expériences SMC et ANTARES
Fabrice Feinstein, Université de la Méditerranée, 27 septembre 1999



STAGES

Le CPPM accueille de nombreux stagiaires de formations diverses. Les stages de physique regroupent des étudiants de DEA, d'écoles d'ingénieurs, de maîtrise et DEUG de Physique. Les stages techniques concernent des élèves provenant d'écoles d'ingénieurs, de maîtrise, de BTS, IUT, de collèges et lycées. Enfin, les stages administratifs sont effectués par des élèves de BTS, lycées et collèges.

Les principales caractéristiques des stages sont illustrées sur la Figure 1.

	1997/1998	1998/1999
Nombre total de stages	38	31
Nombre total de mois de stages	58	57
Durée moyenne d'un stage	1.5 mois	1.5 mois

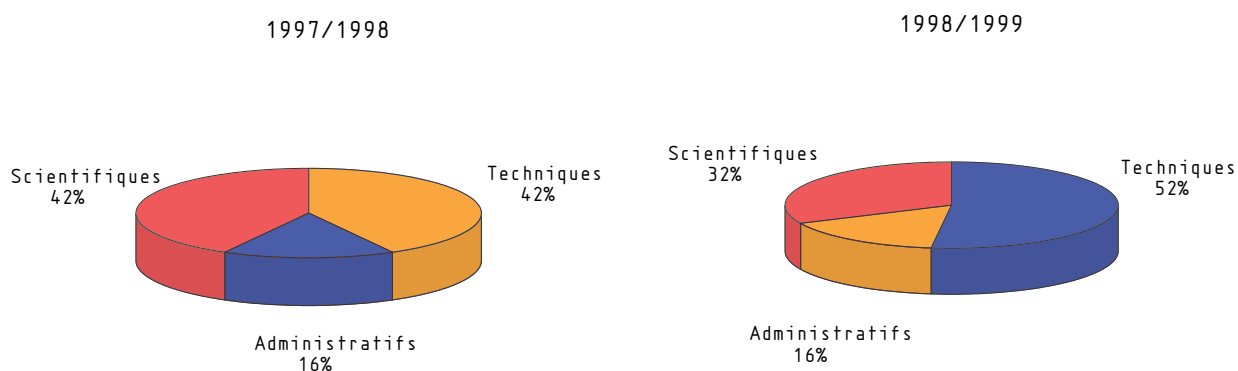


FIGURE 1 :

Caractéristiques des stages effectués dans les différents groupes pour les années universitaires 1997/1998 et 1998/1999.

FORMATION PERMANENTE

<u>Les départs en formation</u>	53
<u>Les types de formation</u>	53
<u>Le coût de la formation</u>	54

FORMATION PERMANENTE

La formation est une priorité pour le laboratoire. Elle dispose d'un budget important qui est réparti dans les différents services. Le plan de formation triennal, commencé en 1997, arrive à son terme fin 1999. Il a été réactualisé chaque année, et il nous a permis de suivre l'évolution des techniques exigée par les nouveaux projets scientifiques. Chaque année, 70% des ITA suivent une formation. Celle-ci fait partie intégrante de leur vie professionnelle et relève par ailleurs d'une démarche spontanée.

LES DÉPARTS EN FORMATION

Le tableau ci-dessous récapitule le nombre de formations suivies en 1998 et 1999.

	1998	1999
Départs en formation	111	90
Nombre de stages	51	53
Jours de formation	404	306
Agents ayant bénéficié d'une formation (Chercheurs + ITA + CES)	62%	48 %
ITA ayant bénéficié d'une formation	73,9%	65 %

En moyenne, les deux tiers des ingénieurs, techniciens et administratifs suivent une formation chaque année.

LES TYPES DE FORMATION

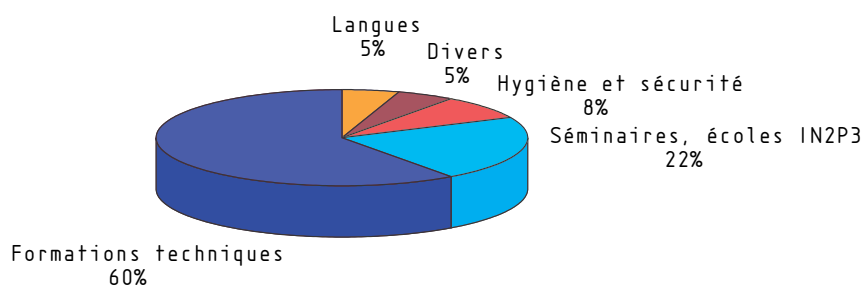


FIGURE 1 :

Pourcentage des différentes formations effectuées en 1998 et 1999.

Les formations techniques restent majoritaires et sont en augmentation sensible. Les séminaires et les écoles organisées par l'IN2P3 répondent aux besoins spécifiques de notre discipline et à notre environnement de recherche. Les thèmes abordés ont été les suivants :

- École d'informatique
- Conduite de projet
- Calcul de structure
- École des administratifs
- Calcul de base des détecteurs
- Électronique des détecteurs
- Technologie des matériaux

Le laboratoire fait appel à la Délégation régionale du CNRS pour des formations plus généralistes et à des prestataires extérieurs pour des stages techniques très spécialisés.

LE COÛT DE LA FORMATION

Le budget consacré à la formation est résumé dans la table ci-dessous avec les différentes sources de financement.

	1998 [kF]	1999 [kF]
Budget CPPM formation permanente	161	130
Prise en charge par la Délégation régionale PACA	96	119
Formations organisées par d'autres Délégations régionales		8
Coûts des écoles IN2P3	125	97
TOTAL	382	354

DIFFUSION DE L'INFORMATION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Rencontres scientifiques	56
Cours et séminaires	58
Communications aux conférences	63
Publications	66

RENCONTRES SCIENTIFIQUES

ORGANISATION DE RENCONTRES SCIENTIFIQUES

Plusieurs chercheurs, ingénieurs et administratifs du laboratoire ont participé à l'organisation de rencontres scientifiques, d'écoles et de conférences.

CONFÉRENCES, ATELIERS, RÉUNIONS DE COLLABORATION

Rencontres de Moriond « ElectroWeak Interactions and Unified Theories »

Les Arcs, 13-20 mars 1999

Réunion générale du Groupement de recherche sur la supersymétrie

Marseille, 5-7 mai 1999

LHC Computing Workshop, Marseille, 28 septembre – 1^{er} octobre 1999

Réunion générale Antarès « Projet Antarès 1/10 km² »

Marseille, 13-17 septembre 1999

5th Atlas Liquid Argon Calorimeter Week, Marseille, 18-22 octobre 1999

ECOLES

30^{ième} Ecole d'été de physique des particules, Marseille, 7-11 septembre 1998

Ecole thématique de l'IN2P3 - Calcul de structures, Marseille, 15-17 septembre 1998

Ecole thématique de l'IN2P3 - Calcul de structures, Le Mans, 18-23 janvier 1999

Ecole de conception de détecteurs, La Londe Les Maures, 11-16 mai 1999

Ecole des administratifs de l'IN2P3, La Londe Les Maures, 21-25 juin 1999

MANIFESTATIONS AUPRÈS DU GRAND PUBLIC

Pour faire connaître la physique des particules à un large public, nous avons effectué des actions d'information au sein du laboratoire mais aussi à l'extérieur.

LA SEMAINE DE LA SCIENCE 1998

Tous les deux ans nous ouvrons nos portes au public. En 1998, nous avons accueilli une centaine de lycéens de premières et de terminales scientifiques ainsi que 150 visiteurs. Pour cette opération, 20 à 25 chercheurs, ingénieurs, administratifs et thésards se sont mobilisés pour que les visiteurs puissent appréhender la discipline et discuter avec des personnels d'un laboratoire de recherche. Après un bref exposé introductif, un parcours initiatique était proposé.

LA SEMAINE DE LA SCIENCE 1999

Au cours de la manifestation « La Semaine de la Science 1999 », nous avons mené deux actions envers le grand public :

Le cosmophone a été présenté dans les locaux du Groupe de Musique expérimentale de Marseille. C'est un appareil phonique avec lequel il est possible "d'entendre" le passage des rayons cosmiques. Ce dispositif sonore a été réalisé par deux chercheurs du laboratoire en collaboration avec le Laboratoire de Mécanique et d'Acoustique de Marseille. La Cité des sciences et de l'industrie de Paris l'a sélectionné pour une installation prochaine dans ses espaces permanents.

L'expérience Antarès a été présentée au Conseil général du Var. Une conférence de presse a eu lieu avec des médias locaux et nationaux. Elle a été suivie d'un exposé sur l'expérience devant un auditoire de personnalités politiques, universitaires et du monde industriel. Des matériels utilisés pour les besoins de l'expérience étaient exposés dans l'atrium du Conseil général.



A gauche : Journée portes ouvertes lors de la manifestation : « La Semaine de la Science 1998 ».

A droite : Présentation de l'expérience Antarès au Conseil général du Var le 22 octobre 1999.

Dans le cadre de la Semaine de la Science, nous avons aussi donné des conférences grand public dans la région en 1998 et 1999.

ACTIONS EN DIRECTION DES ÉLÈVES D'ÉTABLISSEMENTS SCOLAIRES

En 1998 et 1999, la communication vers les établissements scolaires a pris une importance particulière avec le programme Népal conduit par l'IN2P3. Une quinzaine de conférences ont été données dans les lycées de l'Académie d'Aix-Marseille. Chaque intervenant a été sollicité par les élèves, curieux de connaître la discipline et de savoir comment il était possible de devenir chercheur.

D'autre part, le laboratoire a accueilli des élèves de classes préparatoires du Lycée Thiers de Marseille. Au cours de cette entrevue, un exposé sur la physique des particules, une visite du laboratoire et une rencontre avec les chercheurs ont été organisés. Cette action a permis de sensibiliser les étudiants à une discipline de recherche vers laquelle ils pourraient s'orienter.

Le laboratoire accueille également des étudiants en vue de leurs Travaux d'Initiative Personnelle Encadrés.

RELATIONS AVEC LA PRESSE, LA RADIO ET LA TÉLÉVISION

Pour sensibiliser le public à un domaine qui ne lui est pas familier, nous utilisons aussi la presse, la radio et la télévision. Ainsi, à l'occasion de la première observation d'une asymétrie temporelle dans le monde des particules élémentaires, nous avons organisé une conférence de presse au laboratoire. Une dizaine d'articles ont paru sur le sujet dans la presse régionale et nationale.

AUTRES ACTIONS

Pour améliorer la visibilité du laboratoire, un logo a été conçu à partir des propositions faites par des étudiants en BTS en communication du Lycée Saint-Exupéry de Marseille, d'une société de graphisme et des membres du laboratoire.

COURS ET SÉMINAIRES

COURS DONNÉS PAR LES MEMBRES DU CPPM

A. Tilquin

Introduction de physique moderne des particules
Ecole Détecteurs pour Ingénieurs (Formation
permanente IN2P3)

La Londe les Maures, mai 1998

F. Montanet

Les détecteurs en Astroparticules
Ecole Détecteurs pour Ingénieurs (Formation
permanente IN2P3)

La Londe les Maures, mai 1998

E. Kajfasz

La physique des quarks lourds
Cours de l'Ecole de Gif
Marseille, septembre 1998

C. Tao

Neutrinos et matière noire
Cours de DEA/MIP
Paris, février 1999

F. Montanet

Astronomie neutrino de haute énergie
Cours 3^{ème} Cycle de la Société de Physique de
Suisse Romande
EPFL Lausanne, juin 1999

SÉMINAIRES DONNÉS À L'EXTÉRIEUR PAR LES PHYSICIENS ET INGÉNIEURS DU CPPM

J.-J. Aubert

The Antares Project
Université de Sheffield
Février 1998

J.-J. Aubert

Antares: a Deep Sea Detector of Very High Energy
Cosmic Neutrino
Université de Stockholm
Avril 1998

I. Négri

Recherche de fermions excités dans l'expérience
H1 à HERA
CPPM Marseille, LAPP Annecy et LPC Clermont-
Ferrand
Avril-mai 1998

J.-J. Aubert

Very High Energy Neutrino Physics and Possible
Detection
Université de Dortmund
Mai 1998

J.-J. Aubert

Very High Energy Neutrino Physics and Possible
Detection
T.U. Munich
Mai 1998

C. Vallée

New Results from H1 at ICHEP'98
DESY Hambourg
Juillet 1998

F. Montanet

Le projet Antares
Journées de Prospective de l'IN2P3/DAPNIA,
Giens
Septembre 1998

J.-J. Aubert

Antares Experiment
Université Libre de Bruxelles
Octobre 1998

V. Bertin

Le projet Antares
ISN Grenoble
Décembre 1998

C. Tao

Neutrino Astrophysics
Université de Nagoya
Mars 1999

F. Montanet
Organisation et besoins informatiques pour
Antarès
Journées de Prospective Informatique IN2P3, La
Londe les Maures
Avril 1999

C. Vallée
Résultats choisis de HERA et perspectives
LAPP Annecy
Mai 1999

C. Diaconu
Événements avec lepton isolé de grande énergie
et impulsion transverse manquante à HERA
IPA Bucarest
Juillet 1999

J. Carr
Antares: An Undersea Neutrino Telescope
CERN
Septembre 1999

F. Montanet
Le projet Antarès
Présentation au Conseil général du Var
Octobre 1999

J. Carr
Antares: An Undersea Neutrino Telescope
LAL Orsay
Octobre 1999

A. Tilquin
Limites sur le mécanisme du Higgs
LPNHE Paris
Octobre 1999

J. Carr
Antares: An Undersea Neutrino Telescope
INFN Genova
Novembre 1999

SÉMINAIRES DONNÉS AU CPPM

Karsten Eggert (CERN)
FELIX, a Full Acceptance Detector at the LHC
Janvier 1998

Michel Davier (LAL Orsay)
Désintégrations du lepton tau et QCD
Février 1998

Charling Tao (CPPM)
Quelles perspectives pour les neutrinos
solaires ?
Février 1998

Mikhail Shaposhnikov (CERN)
What Can we Learn from Cosmology for Particle
Physics?
Mars 1998

Didier Contardo (IPN Lyon)
Comment devrait fonctionner le détecteur CMS
au LHC ?
Avril 1998

Olivier Leroy (CPPM)
Étude du mélange dans l'expérience ALEPH au
LEP
Avril 1998

Isabelle Négri (CPPM)
Recherche de fermions excités dans l'expérience
H1 à HERA
Avril 1998

Anne Ealet (CPPM)
La recherche du boson de Higgs à LEP-2
Avril 1998

Helenka Przysiesniak (Saclay)
La mesure de la masse du W au LEP
Avril 1998

Mossadek Talby (CPPM)
L'expérience BABAR
Avril 1998

Frédéric Machefert (LPNHE École Polytechnique
Palaiseau)
La détermination de la masse du boson W par la
méthode de reconstruction directe avec le détec-
teur ALEPH au LEP
Mai 1998

Aurélien Barrau (LPNHE Paris)

Le télescope gamma CAT pour sonder l'Univers des hautes énergies

Mai 1998

Fabien Motsch (CPPM)

Recherche du boson de Higgs standard au LEP 2 dans ALEPH

Mai 1998

Fabrizio Parodi (INFN - Université de Gênes)

Étude des oscillations et mesure de la durée de vie du meson dans l'expérience DELPHI. Etat du triangle d'unitarité avant le démarrage des usines à B

Mai 1998

O.Teryaev (Ecole Polytechnique et Dubna)

Off-Forward Parton Distributions : a New Way to Study Hadron Structure

Juin 1998

Lisa Randall (MIT/CERN)

CP Violating Lepton Asymmetries as a Test of Supersymmetric Flavour Models

Juin 1998

Cristinel Diaconu (CPPM)

Observation d'événements avec lepton isolé de grande énergie et impulsion transverse manquante à HERA

Juin 1998

Jean-Pierre Coffin (IRES Strasbourg)

La participation française au programme expérimental de l'étude de l'étrangeté dans les expériences STAR à RHIC et ALICE au LHC

Juin 1998

Mikhail Vysotsky (ITEP)

Fermion Masses Versus Proton Decay in SU(5) SUSY GUT

Juillet 1998

Emmanuel Monnier (CPPM/Université de Chicago)

Experiment KTEV

Juillet 1998

Dave Casper (University of California, Irvine)

Evidence for Atmospheric Neutrino Oscillation

Septembre 1998

Claude Vallée (CPPM)

Résultats récents de HERA et résumé QCD de Vancouver

Septembre 1998

Jasper Kirkby (CERN)

Are Cosmic Rays a Cause of Global Warming?

Septembre 1998

Bo-Qiang MA (Institute of HEP, Academia Sinica, Beijing)

Tests of the Spin Structure of the Nucleon

Octobre 1998

Cristinel Diaconu (CPPM)

Electrofaible/DSM (ICHEP'98 Vancouver)

Octobre 1998

Sylvaine Turck-Chieze (Service

d'Astrophysique/DAPNIA, CEA de Saclay)

Neutrinos solaires et contraintes sismiques

Octobre 1998

Hector Rubinstein (University of Uppsala)

Facts and Fancy about the Universe when it was a Teenager

Novembre 1998

Michel Gonin (LPNHE Ecole Polytechnique Palaiseau)

L'empreinte du déconfinement des quarks et des gluons dans l'expérience NA50 au CERN/SPS

Novembre 1998

Vincent Morenas (LPTHE, Orsay)

Modèle covariant de facteurs de forme à la Bakamjian-Thomas. Application à l'étude théorique et expérimentale des désintégrations semileptoniques $B \rightarrow D^{**}$ dans la limite de la masse lourde

Décembre 1998

Jacques Derrien (CRMC2 Marseille)

Vers la nanoélectronique. Pourquoi ? Et

comment ? (Séminaire d'intérêt général)
Décembre 1998

Jean-Noël Capdevielle (LPC Collège de France)
Phénoménologie des rayons cosmiques en
fonction des acquis de la physique des
collisionneurs
Janvier 1999

Michel Tytgat (Service de Physique Théorique,
Université Libre de Bruxelles)
Mass of Neutrinos and Stability of Neutron Stars
Janvier 1999

Jose W.F. Valle (IFIC Valencia)
Supersymmetry with Broken R Parity
Janvier 1999

Aldo De Andrea (Institut für Theoretische Physik
Universität Heidelberg)
Désintégrations fortes et semileptoniques des
mesons lourds dans un modèle à boucle de
quark
Février 1999

Adrian Mirea (CPPM)
L'étude des modèles SUGRA avec violation de R-
parité (couplage de type λ) à LHC avec le
détecteur ATLAS
Février 1999

Chris Witzig (Brookhaven National Laboratory)
Overview of the PHENIX Online Computing
System
Février 1999

Jérôme Charles (LP THE Orsay)
Désintégrations des mésons B_d : quelques
résultats concernant l'extraction des paramètres
décrivant la violation de CP
Février 1999

Corentin Le Gall (PCC Collège de France)
Simulation de gerbes atmosphériques et
définition de l'acquisition des stations locales
pour l'expérience Pierre Auger
Mars 1999

Jacques Marteau (IPN Lyon)
Effets des interactions nucléaires dans les
réactions de neutrinos atmosphériques sur des
cibles d'oxygène
Mars 1999

Fabrice Hubaut (CPPM)
Optimisation et caractérisation des
performances d'un télescope sous-marin à
neutrinos
Mars 1999

Pascal Vanlaer (IReS Strasbourg)
Détecteurs à gaz à micro-électrodes et
trajectographie dans CMS
Mars 1999

Arnaud Ferrari (ISN Grenoble)
Recherche de neutrinos droits de Majorana dans
ATLAS
Mars 1999

Guennadi Borissov (LAL Orsay)
B-tagging : hier, aujourd'hui, demain
Avril 1999

Ludovic Bot (SUBATECH Nantes)
Un modèle microscopique pour la transition de
phase chirale dans les plasmas de quarks
Avril 1999

Sabine Crépé (ISN Grenoble)
L'expérience NA48 et la violation directe de CP :
morceaux choisis de l'analyse en cours
Avril 1999

Walter Bonivento (LAL Orsay)
Du LEP au LHC : mesures physiques et
calorimétrie
Avril 1999

Jacques Delabrouille (PCC Collège de France)
Planck et Archeops : deux missions pour
mesurer les anisotropies du Fond Cosmologique
Avril 1999

Antonio Bueno (ETH-Honggerberg, Zurich)
Future Long Baseline Neutrino Oscillation

Experiments

Mai 1999

Ulrich Stiegler (CERN)

Search for tau Neutrino Oscillation with
Appearance Experiments

Juin 1999

Evald Reya (Universitat Dortmund)

The Parton Content of Real and Virtual Photons

Juin 1999

Pierre Salati (LAPTH)

Les lentilles gravitationnelles du Grand Nuage de
Magellan : développements récents

Juin 1999

Dominique Fouchez (CPPM)

Recherche de la supersymétrie avec R-parité
violée au LEP

Juillet 1999

Pat Skubic (University of Oklahoma)

Recent Results on B and D Decays from CLEO

Juillet 1999

Irinel Caprini (NIPNE Bucarest)

Strong Interaction Effects in B-non leptonic
Decays to Light Pseudoscalar Mesons

Septembre 1999

Anne Ealet (CPPM)

Production et propriétés des bosons W et Z
à LEP 2

Septembre 1999

André Tilquin (CPPM)

Limites sur le mécanisme de Higgs

Octobre 1999

Cristina Carloganu (CPPM)

Sur l'étude des oscillations des neutrinos
atmosphériques avec ANTARES

Octobre 1999

Christian Korthals-Altes (CPT)

Prix Nobel 99 : le Higgs, et théorie de jauge après
trente ans

Novembre 1999

Jean-Claude Brient (Ecole Polytechnique
Palaiseau)

Physique et détecteur sur le futur accélérateur
linéaire à électrons

Novembre 1999

Victor Novikov (ITEP Moscou)

Extra Quark-Lepton Generations and Precision
Measurements

Novembre 1999

Mikhail Vysotsky (ITEP – INFN, Sezione di
Ferrara)

Diminishing "Charginos nearly Degenerate with
the Lightest Neutralino" Slit using Precision Data

Novembre 1999

Valentine Zakharov (Max Planck Institute Munich)

Anatomy of a Combining String

Novembre 1999

Steve King (University of Southampton)

Towards a Theory of Neutrino Masses

Décembre 1999

Nils Tornqvist (University of Helsinki)

Trying to Understand the Light Scalars and the
Symmetry Breaking Seen in the Hadron

Spectrum

Décembre 1999

COMMUNICATIONS AUX CONFÉRENCES

Lake Louise Winter Institute: Quantum Chromodynamics
Lake Louise, Alberta, Canada, 16-21 février 1998
I. Négri
Recent Results in Physics Beyond Standard Model at HERA

2^{èmes} Journées d'études
Expérimentateurs/Théoriciens, sur les traces de la violation de CP
Aubières, France, 9-11 mars 1998
R. Le Gac
Study of CP, T and CPT symmetries in the neutral kaon system at CPLEAR

DESY Workshop: Monte-Carlo Generators for HERA Physics
Hambourg, Allemagne, avril 1998-février 1999
C. Diaconu
Parton Shower Effects for W Production at HERA

6th International Workshop on Deep Inelastic Scattering and QCD
Universités de Bruxelles, Belgique, 4-8 avril 1998
M.-C. Cousinou
Search for New Phenomena by H1 at HERA

Pixels 98
Chicago, Etats-Unis, 7-9 mai 1998
G. Hallewell
Evaporative Cooling of the ATLAS Pixel Detector

Advanced Study Institute on Techniques and Concepts of High Energy Physics
Sainte-Croix, Iles Vierges, 18-29 juin 1998
C. Carloganu
ANTARES, a R&D Project Towards a KM Scale Undersea Neutrino Detector

SUSY98
Oxford, Royaume-Uni, 11-17 juillet 1998
D. Fouchez
Search for R-parity Violating SUSY Decays at LEP

29th International Conference on High-Energy Physics
Vancouver, Canada, 23-28 juillet 1998
C. Diaconu
Events with High Energy Isolated Leptons and Missing Transverse Momentum and Excited Fermion Searches at HERA

29th International Conference on High-Energy Physics
Vancouver, Canada, 23-28 juillet 1998
J.-J. Aubert
Antares

Computing in High Energy Physics (CHEP 98)
Chicago, Etats-Unis, 31 août-7 septembre 1998
C. Bee
The ATLAS Event Filter
F. Touchard
A Prototype Study for the ATLAS Event Filter Based on a PC Farm

Hadron Structure 98
Stara Lesna, Slovaquie, 7-13 septembre 1998
A. Ealet
Searches at LEP II

3rd UK phenomenology Workshop on HERA Physics
Durham, Royaume Uni, 20-25 septembre 1998
C. Diaconu
High PT Leptons and W Production at HERA

Fourth Workshop on Electronics for LHC Experiments
Rome, Italie, 21-25 septembre 1998
L. Blanquart
MAREBO, a Full Radhard Pixel Detector Prototype for Atlas
B. Dinkespiller
A multichannel Gb/s bit error rate tester for the evaluation of front end optical read-out link solutions of the ATLAS liquid Argon calorimeter

Journées de prospectives IN2P3
Giens, France, 23-25 septembre 1998
R. Le Gac
LHCb

Oceans'98
Nice, France, 28 septembre-1^{er} octobre 1998
V. Bertin
ANTARES, a Permanent Deep Undersea
Observatory for High Energy Cosmic Neutrino
Detection

Protein crystallography at the SLS
Zurich, Suisse, 9-10 novembre 1998
P. Delpierre
Pixel Detector for the D2AM/ESRF Beam Line

Optorad 98, Gif sur Yvette, France, 10 décembre
1998
B. Dinkespiller
Irradiation studies of Gb/s optical links developed
for the front-end read-out of the ATLAS liquid
Argon calorimeter

Journées Jeunes Chercheurs
Grasse, France, 13-18 décembre 1998
F. Bernard, Cristina Carloganu
Le projet ANTARES - physique des particules et
astronomie neutrino avec un détecteur à
neutrinos

19th Texas Symposium
Paris, France, 14-18 décembre 1998
S. Basa
High Energy Cosmic Neutrino Astronomy

13th Topical Conference on Hadron Collider
Physics
Bombay, Inde, 14-20 janvier 1999
E. Nagy
SUSY in ATLAS

Win99
Cape Town, South Africa, 24-30 janvier 1999
J. Carr
Status of ANTARES

Lake Louise Winter Institute: Electroweak
Interactions
Lake Louise, Alberta, Canada, 13-21 février 1999
C. Vallée
The W Cross Section and Lepton Production with
Missing PT at HERA

Les Rencontres de Physique de la Vallée d'Aoste
La Thuile, Italie, 28 février-6 mars 1999
F. Hubaut
Review of Underwater/Ice Neutrino Telescopes

Tokyo Workshop on Future Neutrino Projects
Tokyo, Japon, 28 février-10 mars 1999
C. Tao
pp Neutrino Projects

Annual Meeting of German Physics Society
Fribourg, Allemagne, 22-26 mars 1999
J. Brunner
Long Baseline Neutrino Oscillation Projects

2nd International Workshop on Photosensor
Karlsruhe, Allemagne, 26-27 mars 1999
S. Basa
Tests Results of Large Hemispherical
Photomultiplier for the Antares Project

Workshop Particles in Astrophysics and
Cosmology: from Theory to Observation
Valence, Espagne, 3-8 mai 1999
J. Brunner
Neutrino Oscillation Experiments at Accelerators
and Reactors

6th Topical Seminar on Neutrino and Astroparticle
Physics
San Miniato al Todesco, Italie, 17-21 mai 1999
C. Carloganu
ANTARES - R&D Project for a Multipurpose
Detector

14th International Workshop on High Energy
Physics and Quantum Field Theory
Moscou, Russie, 27 mai -2 juin 1999
S. Kermiche
HERA Results Beyond the Standard Model

Panic99

Uppsala, Suède, 9-16 juin 1999

J. Brunner

The Neutrino Telescope ANTARES - a Status Report

Measurement of Neutrino Oscillations with Neutrino Telescopes

11th IEEE NPSS Real Time Conference

Sante Fe, Etats-Unis, 14-18 juin 1999

A. Le Van Suu

Slow Control for the ANTARES Underwater Neutrino Detector: Present and Future

C. Bee

Supervision in the PC-based Prototype for the ATLAS Event Filter

François Touchard

The ATLAS Event Filter

New Developments in Photodetection

Beaune, France, 21-25 juin 1999

S. Basa

Photomultiplier Activity inside the ANTARES Project

XIX Physics in Collision

Ann Arbor, Etats-Unis, 24-26 juin 1999

R. Le Gac

The CP, T and CPT Symmetries in the Neutral Kaon System

HEP99, International Europhysics Conference on High Energy Physics

Tampere, Finlande, 15-21 juillet 1999

V. Bertin

Status Report on the ANTARES Neutrino Telescope

P. Coyle

B Hadron Lifetimes and $\Delta\Gamma_s$

Hadron 99

Pekin, Chine, 24-28 août 1999

A. Tilquin

Higgs beyond the SM and MSSM

Taup99

Paris, France, 6-10 septembre 1999

F. Montanet

ANTARES Project: Performance and Status of Detector

Fifth Workshop on Electronics for LHC Experiments

Snowmass, Etats Unis, 20-24 septembre 1999

G. Hallewell

Fluorocarbon evaporative cooling developments for the atlas pixel and semiconductor tracking detectors

PUBLICATIONS

COLLABORATION ALEPH

Three-Prong Tau Decays with Charged Kaons

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C1** (1998) 65

Measurement of the b Baryon Lifetime and Branching Fractions in Z Decays

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C2** (1998) 197

An Upper Limit on the Tau Neutrino Mass from Three- and Five-Prong Tau Decays

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C2** (1998) 395

Searches for Charginos and Neutralinos in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 161$ and 172 GeV

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C2** (1998) 417

K_S Production in Tau Decays

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 29

Study of B_s^0 Oscillations and Lifetime using Fully Reconstructed D_s^- Decays

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 367

Observation of Doubly Charmed B Decays at LEP

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 387

Measurement of Axial - Vector Tau Functions and Determination of $\alpha_s(M_\tau^2)$ from Hadronic Tau Decays

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 409

Search for Supersymmetry with a Dominant R-Parity Violating LLE Coupling in e^+e^- Collisions at Centre-of-Mass Energies of 130 GeV to 172 GeV

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 433

Measurement of the Fraction of Hadronic Z Decays into Charm Quark Pairs

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 557

Search for Evidence of Compositeness at LEP I

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 571

A Measurement of the Semileptonic Branching Ratio $BR(b \rightarrow p\bar{l}X)$ and a Study of Inclusive π^\pm , K^\pm , (p,p) Production in Z Decay

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C5** (1998) 205

Search for Charged Higgs Bosons in e^+e^-

Collisions at Centre-of-Mass Energies from 130 to 172 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B418** (1998) 419

Search for Supersymmetry in the Photon(s) Plus Missing Energy Channels at $\sqrt{s} = 161$ GeV and 172 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B420** (1998) 127

Four Jet Final State Production in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies Ranging from 130 GeV to 184 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B420** (1998) 196

Measurement of Triple Gauge Boson Couplings at 172 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B422** (1998) 369

Measurement of the W Mass by Direct

Reconstruction in e^+e^- Collisions at 172 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B422** (1998) 384

Resonant Structure and Flavor Tagging in the $B\pi^\pm$ System using Fully Reconstructed B Decays

R. Barate et al., Phys. Lett. **B425** (1998) 215

Determination of A_{FB}^b using Jet Charge Measurements in Z Decays

R. Barate et al., Phys. Lett. **B426** (1998) 217

A Measurement of the Inclusive $b \rightarrow s\gamma$

Branching Ratio, R. Barate et al., Phys. Lett.

B429 (1998) 169

Single Photon and Multiphoton Production in e^+e^- Collisions at a Center-of-Mass Energy of 183 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B429** (1998) 201

Search for Stopped in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies up to 184 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B433** (1998) 176

Scalar Quark Searches in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 181 - 184$ GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B434** (1998) 189



The Forward - Backward Asymmetry for Charm Quarks at the Z

R. Barate et al., Phys. Lett. **B434** (1998) 415

A Measurement of the Gluon Splitting Rate into $b\bar{b}$ Pairs in Hadronic Z Decays

R. Barate et al., Phys. Lett. **B434** (1998) 437

Study of $D^0 - \bar{D}^0$ Mixing and D^0 Doubly Cabibbo Suppressed Decays

R. Barate et al., Phys. Lett. **B436** (1998) 211

Search for the Standard Model Higgs Boson at the LEP-2 Collider near $\sqrt{s} = 183$ GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B440** (1998) 403

Searches for the Neutral Higgs Bosons of the MSSM in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies of 181 GeV to 184 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B440** (1998) 419

Measurement of Triple Gauge W W gamma Couplings at LEP-2 using Photonic Events

R. Barate et al., Phys. Lett. **B445** (1998) 239

Studies of Quantum Chromodynamics with the ALEPH Detector

R. Barate et al., Phys. Rep. **294** (1998) 1

Determination of $|V_{ub}|$ from the Measurement of the Inclusive Charmless Semileptonic Branching Ratio of b Hadrons

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 555

Search for Supersymmetry with a Dominant R Parity Violating LQD Coupling in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies of 130 GeV to 172 GeV

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C7** (1999) 383

Search for B_s^0 Oscillations using Inclusive Lepton Events

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C7** (1999) 553

One Prong Tau Decays with Kaons

R. Barate et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 1

Analysis of Transverse Momentum Correlations in Hadronic Z Decays

R. Barate et al., Phys. Lett. **B447** (1999) 183

Search for Invisible Higgs Boson Decays in e^+e^- Collisions at Center-of-Mass Energies up to 184 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B450** (1999) 301

Search for Charged Higgs Bosons in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 181 - 184$ GeV

R. Barate et al. Phys. Lett. **B450** (1999) 467

Measurement of W Pair Production in e^+e^- Collisions at 183 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B453** (1999) 107

Measurement of the W Mass in e^+e^- Collisions at 183 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B453** (1999) 121

Measurement of the Hadronic Photon Structure Function at LEP I for Q^2 Values between 9.9 and 284 GeV^2

R. Barate et al., Phys. Lett. **B458** (1999) 152

A Study of Single W Production in Collisions at $\sqrt{s} = 161 - 183$ GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B462** (1999) 389

Determination of the LEP Centre-of-Mass Energy from $Z\gamma$ Events

R. Barate et al., Phys. Lett. **B464** (1999) 339

A Direct Measurement of $|V_{cs}|$ in Hadronic W Decays using a Charm Tag

R. Barate et al., Phys. Lett. **B465** (1999) 349

Search for an Invisibly Decaying Higgs Boson in e^+e^- Collisions at 189 GeV

R. Barate et al., Phys. Lett. **B466** (1999) 50

COLLABORATION ATLAS

The ATLAS DAQ and Event Filter Prototype '-1' Project

L. Mapelli et al., Comput. Phys. Commun. **110** (1998) 95

Software Technologies for a Prototype ATLAS DAQ

R. Jones et al., Comput. Phys. Commun. **110** (1998) 113

A Counting Pixel Readout Chip for Imaging Applications

P. Fischer et al., Nucl. Instr. and Meth. **A405** (1998) 53

Test Beam Results of a Stereo Preshower integrated in the Liquid Argon Accordion Calorimeter

A. Astbury et al., RD3 Collaboration, Nucl. Instr. and Meth. **A411** (1998) 313

Neutron and Gamma Irradiation Studies of Packaged VCSEL Emitters for the Optical Read-Out of the ATLAS Electromagnetic Calorimeter
M.L. Andrieux et al., Nucl. Instr. and Meth. **A426** (1999) 332

Development of an Analogue Optical Link for the Front-End Read-Out of the ATLAS Electromagnetic Calorimeter

B. Dinkespiler et al., Nucl. Instr. and Meth. **A431** (1999) 531

COLLABORATION CPLEAR

Direct Determination of Two-Pion Correlations for $\bar{p}p \rightarrow 2\pi^+ 2\pi^-$ Annihilation at Rest
A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. **C1** (1998) 139

The Neutral Kaon Decays to $\pi^+\pi^-\pi^0$: a detailed Analysis of the CPLEAR Data
A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. **C5** (1998) 389

Measurement of the CP Violation Parameter η_{00} using Tagged K^0 and \bar{K}^0 , A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. **B420** (1998) 191

An EPR Experiment testing the Non-Separability of the $K^0\bar{K}^0$ Wave Function, A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. **B422** (1998) 339

Search for CP Violation in the Decay of Tagged K^0 and \bar{K}^0 to $\pi^0\pi^0\pi^0$, A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. **B425** (1998) 391

Measurement of the $K_L - K_S$ Mass Difference using Semileptonic Decays of Tagged Neutral Kaons,

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. **B444** (1998) 38

First Direct Observation of Time-Reversal Non-Invariance in the Neutral-Kaon System

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. **B444** (1998) 43

A Determination of CPT Violation Parameter $\text{Re}(\delta)$ from the Semileptonic Decay of Strangeness-Tagged Neutral Kaons

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. **B444** (1998) 52

Pion Correlations and Resonance Effects in Annihilation at Rest to $2\pi^+2\pi^-\pi^0$

A. Apostolakis et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 437

Dispersion Relation Analysis of the Neutral Kaon Regeneration Amplitude in Carbon

A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 19

Tests of the Equivalence Principle with Neutral Kaons

A. Apostolakis et al., Phys. Lett. **B452** (1999) 425

Determination of the T and CPT Violation Parameters in the Neutral Kaon-System using the Bell-Steinberger Relation and Data from CPLEAR

A. Apostolakis et al., Phys. Lett. **B456** (1999) 297

A Determination of the CP Violation Parameter η_{+-} from the Decay of Strangeness-tagged Neutral Kaons

A. Apostolakis et al., Phys. Lett. **B458** (1999) 545

COLLABORATION H1

Measurement of the Inclusive Di-Jet Cross Section in Photoproduction and Determination of an Effective Parton Distribution in the Photon
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C1** (1998) 97

Thrust Jet Analysis of Deep Inelastic Large Rapidity Gap Events

C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C1** (1998) 495

Multiplicity Structure of Hadronic Final States in Diffractive Deep Inelastic Scattering at HERA
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C5** (1998) 439

Observation of Events with an Isolated High Energy Lepton and Missing Transverse Momentum at HERA
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C5** (1998) 575

Differential (2+1) Jet Rates and Determination of α_s in Deep Inelastic Scattering at HERA
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C5** (1998) 625

Photoproduction of Mesons at HERA
C. Adloff et al., Phys. Lett. **B421** (1998) 385

Hadron Production in Diffractive Deep Inelastic Scattering
C. Adloff et al., Phys. Lett. **B428** (1998) 206

Diffractive Di-Jet Production at HERA
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 421

Multi-Jet Event Rates in Deep Inelastic Scattering and Determination of the Strong Coupling Constant
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 575

Measurement of Leading Proton and Neutron Production in Deep Inelastic Scattering at HERA
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 587

Charged Particle Cross Sections in Photoproduction and Extraction of the Gluon Density in the Photon
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 363

Charmonium Production in Deep Inelastic Scattering at HERA
C. Adloff et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 373

The Electronics of the H1 Lead/Scintillating-Fibre Calorimeters
R.D. Appuhn et al., Nucl. Instr. and Meth. **A426** (1999) 518

Forward Jet and Particle Production at HERA
C. Adloff et al., Nucl. Phys. **B538** (1999) 3

Measurement of Internal Jet Structure in Di-jet Production in Deep Inelastic Scattering at HERA
C. Adloff et al., Nucl. Phys. **B545** (1999) 3

Measurement of D^* Meson Cross Sections at HERA and Determination of the Gluon Density in the Proton
C. Adloff et al., Nucl. Phys. **B545** (1999) 21

Forward π^0 Meson Production at HERA
C. Adloff et al., Phys. Lett. **B462** (1999) 440

Measurement of Open Beauty Production at HERA
C. Adloff et al., Phys. Lett. **B467** (1999) 156

PUBLICATIONS POUR LESQUELLES DES PERSONNES DU CPPM ONT ÉTÉ SIGNATAIRES

Search for Charginos, Neutralinos and Gravitinos at LEP
P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C1** (1998) 1

Search for Neutral and Charged Higgs Bosons in Collisions at $\sqrt{s} = 161$ GeV and 172 GeV
P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C2** (1998) 1

Measurement of the W-Pair Cross-Section and of the W Mass in e^+e^- Interactions at 172 GeV
P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C2** (1998) 581

Investigation of the Splitting of Quark and Gluon Jets
P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C4** (1998) 1

π^\pm, K^\pm, p and p Production in $Z^0 \rightarrow q\bar{q}$, $Z^0 \rightarrow b\bar{b}$, $Z^0 \rightarrow u\bar{u}$, dd , $s\bar{s}$
P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C5** (1998) 585

Supersymmetry at LEP: Experimental Review
S. Katsanevas et al., J. of Phys. **G24** (1998) 237

The DELPHI Silicon Tracker at LEP 2
P. Chochula et al., Nucl. Instr. and Meth. **A412** (1998) 304

Charged Particle Multiplicity in $e^+e^- \rightarrow qq$ events at 161 and 172 GeV and from the Decay of the W Boson

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B416** (1998) 233

Rapidity Correlations in Λ Baryon and Proton Production in Z^0 Hadronic Decays

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B416** (1998) 247

m_b at M_z

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B418** (1998) 430

Search for charged Higgs Bosons in e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 172$ GeV

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B420** (1998) 140

Measurement of Trilinear Gauge Couplings in Collisions at 161 GeV and 172 GeV

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B423** (1998) 194

Measurement of the Charged Particle Multiplicity of weakly Decaying B Hadrons

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B425** (1998) 399

Measurement of the Inclusive charmless and double-charm B branching Ratios

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B426** (1998) 193

First evidence for a Charm Radial Excitation, D^*

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B426** (1998) 231

A Study of the hadronic Resonance Structure in the Decay $\tau \rightarrow 3\pi\nu\tau$

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B426** (1998) 411

Measurement of the $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma(\gamma) e^+e^-$ Cross Section at the LEP Energies

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B433** (1998) 429

Measurement of $|V_{cs}|$ using W Decays at LEP 2

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B439** (1998) 209

Two-particle angular Correlations in e^+e^- Interactions compared with QCD Predictions

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B440** (1998) 203

A Search for η_c Production in Photon-Photon Fusion at LEP

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B441** (1998) 479

A Search for Heavy Stable and Long-Lived Squarks and Sleptons in e^+e^- Collisions at Energies from 130 to 183 GeV

P. Abreu et al., Phys. Lett. **B444** (1998) 491

Measurement of the Quark and Gluon Fragmentation Functions in Z^0 Hadronic Decays

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 19

Search for pair-produced Neutralinos in Events with Photons and missing Energy e^+e^- Collisions at $\sqrt{s} = 130$ -183 GeV

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 371

Search for Scalar Fermions and Long-Lived Scalar Leptons at Centre-of-Mass Energies of 130 GeV to 172 GeV

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C6** (1999) 385

Search for lightest Beutralino and stau Pair Production in light Gravitino Scenarios with stau NLSP

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C7** (1999) 595

Search for composite and exotic Fermions at LEP 2

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C8** (1999) 41

Measurement of A_{FB}^{bb} in Hadronic Z Decays using a Jet Charge Technique

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C9** (1999) 367

Measurement of the Lifetime of b Baryons

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 185

Measurements of the Leptonic Branching Fractions of the τ

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 201

Measurement of the Forward-Backward Asymmetry of c and b Quarks at the Z Pole using Reconstructed D Mesons

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 219

A Precise Measurement of the Partial Decay Width Ratio $R_b^o = \gamma_{bb}^{I\text{had}}$

P. Abreu et al., Eur. Phys. J. **C10** (1999) 415

Search for Neutral Higgs Bosons in
e⁺ e⁻ Collisions at $\sqrt{s} = 183$ GeV
P. Abreu et al., Eur. Phys. J **C10** (1999) 563

Search for Charginos nearly Mass-Degenerate
with the Lightest Neutralino
P. Abreu et al., Eur. Phys. J **C11** (1999) 1

Search for Leptoquarks and FCNC in e⁺ e⁻
annihilations at $\sqrt{s} = 183$ GeV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B446** (1999) 62

Search for Charginos, Neutralinos and Gravitinos
in e⁺ e⁻ Interactions at $\sqrt{s} = 183$ GeV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B446** (1999) 75

Study of the four-jet Anomaly observed at LEP
centre-of-mass Energies of 130 and 136 GeV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B448** (1999) 311

Measurement of Inclusive p⁰, f₀(980), f₂(1270),
K₂⁰(1430) and f₂(1525) Production in Z⁰ Decays
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B449** (1999) 364

The Scale Dependence of the Hadron Multiplicity
in Quark and Gluon Jets and a Precise
Determination of C_A / C_F
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B449** (1999) 383

Search for Charginos, Neutralinos and Gravitinos
in e⁺ e⁻ Interactions at $\sqrt{s} = 183$ eV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B451** (1999) 447

W pair production cross-section and W branching
fractions in e⁺ e⁻ Interactions at $\sqrt{s} = 183$ GeV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B456** (1999) 310

Energy Dependence of Event Shapes and of α_s
at LEP 2
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B456** (1999) 322

Multiplicity Fluctuations in one- and two-
dimensional angular Intervals compared with
analytic QCD Calculations
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B457** (1999) 368

Search for the Higgs Boson in Events with
isolated Photons at LEP 2
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B458** (1999) 431

A Search for invisible Higgs Bosons produced
in e⁺ e⁻ Interactions at LEP 2 Energies
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B459** (1999) 367

Measurements of the trilinear gauge boson
Couplings WWV (V = γ , Z) in e⁺ e⁻ collisions
at 183 GeV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B459** (1999) 382

Energy Dependence of inclusive Spectra
in e⁺ e⁻ Annihilation
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B459** (1999) 397

Search for charged Higgs Bosons at LEP 2
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B460** (1999) 484

Measurement of the Mass of the W Boson using
direct Reconstruction at $\sqrt{s} = 183$ GeV
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B462** (1999) 410

Measurement of the Rate of b \bar{b} Events in
Hadronic Z Decays and the Extraction of the
gluon Splitting into b \bar{b}
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B462** (1999) 425

Search for chargino pair Production in Scenarios
with Gravitino LSP and stau NLSP
at $\sqrt{s} \sim 183$ GeV at LEP
P. Abreu et al., Phys. Lett. **B466** (1999) 61

INFORMATIONS GENERALES

Prix et distinctions	73
Organigramme fonctionnel	74
Conseils et instances scientifiques	75
Liste du personnel	76

PRIX ET DISTINCTIONS



Pierre DELPIERRE

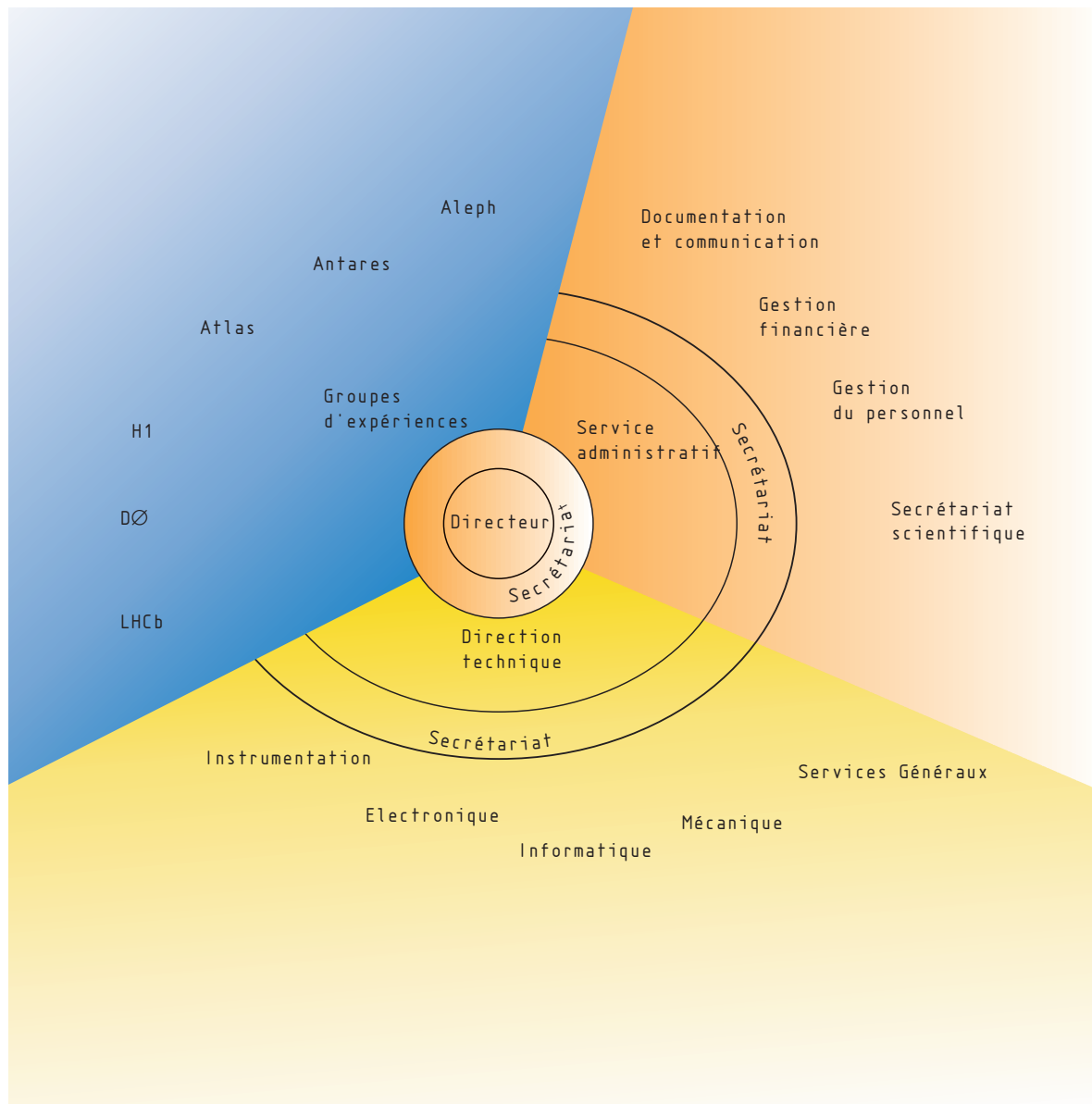
Grand prix de la mesure Chauvin-Arnoux 1999
Décerné par l'Académie des Sciences



Claude VALLEE

Prix de la culture scientifique et technique 1999
Décerné par le Ministère de l'Education Nationale, de la Recherche et de la Technologie

ORGANIGRAMME FONCTIONNEL



CONSEILS ET INSTANCES SCIENTIFIQUES

Plusieurs physiciens et ingénieurs du laboratoire sont membres de conseils ou d'instances scientifiques de recherche et d'enseignement aux niveaux régional, national et international.

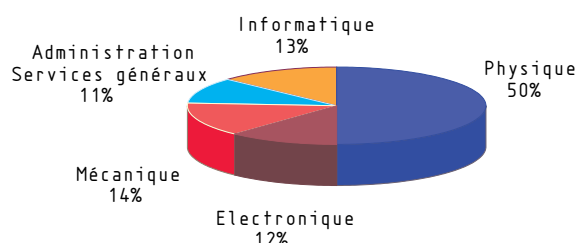
Conseil scientifique de l'IN2P3
Conseil de Direction de l'IN2P3
Comité national du CNRS, commission « Des Particules aux Noyaux »
Scientific Technical Advisory, Committee of VIRGO

Conseil de l'UFR de Luminy (Université de la Méditerranée)
Conseil de l'Ecole supérieure d'Ingénieurs de Luminy (ESIL)
Commissions de spécialistes de l'Université (29^{ème} section : Constituants Élémentaires)

Conseil du CERN, Genève
European Committee for Future Accelerators, CERN, Genève
Large Hadron Collider Committee, CERN, Genève
Large Hadron Collider Computing Board, CERN, Genève

Conseil scientifique et industriel de l'Europôle méditerranéen de l'Arbois
Commission Locale d'Information du Centre d'Etudes de Cadarache
(Conseil général des Bouches-du-Rhône)
Conseil d'Orientation scientifique et industriel de Jessica Sud-Est
Conseil d'Administration de Jessica Sud-Est

LISTE DU PERSONNEL



Répartition du personnel par services

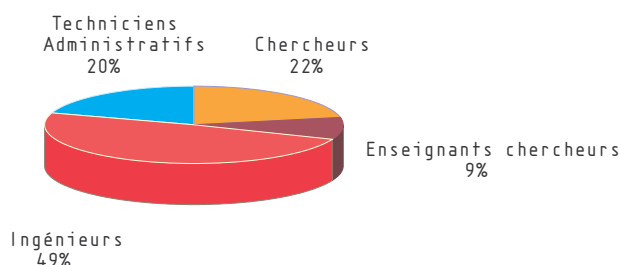
Cette liste comprend toutes les personnes qui ont participé aux activités du CPPM durant les années 1998 – 1999

CHERCHEURS CNRS

Basa Stéphane	Chargé de recherche
Benchouk Chafik	Chargé de recherche
Bertin Vincent	Chargé de recherche
Bonissent Alain	Directeur de recherche
Calvet David	Chargé de recherche
Carr John	Directeur de recherche
Coyle Paschal	Chargé de recherche
Diaconu Cristinel	Chargé de recherche
Duperrin Arnaud	Chargé de recherche
Ealet Anne	Chargé de recherche
Fassnacht Patrick	Chargé de recherche
Fouchez Dominique	Chargé de recherche
Kajfasz Eric	Chargé de recherche
Le Gac Renaud	Chargé de recherche
Leroy Olivier	Chargé de recherche
Monnier Emmanuel	Chargé de recherche
Payre Patrice	Chargé de recherche
Pralavorio Pascal	Chargé de recherche
Rousseau David	Chargé de recherche
Rozanov Alexandre	Directeur de recherche
Tao Charling	Chargé de recherche
Tilquin André	Chargé de recherche
Touchard François	Chargé de recherche
Vallée Claude	Directeur de recherche

ENSEIGNANTS CHERCHEURS

Aslanides Elie	Professeur
Aubert Jean-Jacques	Professeur
Cousinou Marie-Claude	Professeur
Henry-Couannier Frédéric	Maître de conférences
Montanet François	Professeur
Nacasch René	Maître de conférences
Nagy Elemér	Professeur



Personnel permanent

Nicod Delphine *	Maître de conférences
Talby Mossadek	Maître de conférences
Tisserant Sylvain	Professeur

VISITEURS ETRANGERS

Caprini Irinel
Carmona Emiliano
Cassol Franca
De Witt Huberts Peter
Dita Sanda
Gollin Georges
Kagan Roman
Micu Liliana
Navas Sergio
Plano Richard
Pantea Dan
Rusu Caludia
Sicho Petr
Wielers Monika
Zornoza Juan de Dios

DOCTORANTS

Barillon Pierre	Boursier MESR
Bernard Franck	Boursier MESR
Cârloganu Cristina	Boursier CIES
Chabert Eric *	Boursier MESR
Curtill Christian	Boursier MESR
Da Silva Tatiana	Boursier Gouv. brésilien
Delerue Nicolas	Boursier MESR
Fede Eric	Boursier BDI
Hubaut Fabrice *	Boursier MESR
Hinz Luc	Boursier MESR
Martin Olivier *	Boursier BDI
Mirea Adrian *	Boursier CIES
Motsch Fabien *	Boursier MESR
Négri Isabelle *	Boursier MESR
Negroni Sylvain	Boursier MESR
Nezri Emmanuel	Boursier MESR

*Personnel ayant quitté le CPPM

Pastorelli Olivier
Pohl Anne
Ricol Jean-Stéphane

Boursier BDI
Boursier MESR
Boursier MESR

INGÉNIEURS, TECHNICIENS ET ADMINISTRATIFS

Amat Françoise
Arthaud Gilles
Bafaro Joseph
Barthier Gérard
Baurberg Joël
Bazzoli René

Technicien
Technicien
Agent technique
Assistant Ingénieur
Technicien
Ingénieur de Recherche
(Université)

Bee Christopher
Bernard Caroline *
Billault Michel
Blanc Pierre-Eric
Blanquart Laurent
Breugnon Patrick
Brunner Jurgen
Busso Jean-Pierre
Cachemiche Jean-Pierre
Calzas Alain

Ingénieur de recherche
Ingénieur d'études
Assistant Ingénieur
Assistant Ingénieur
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur de Recherche
Ingénieur de physique
nucléaire

Charmasson Laurent
Chevanne Bernard
Clémens Jean-Claude
Crespin Henri
Damoiseaux Magali
Dargent Pascal *
Degiovanni Xavier
Deguero Stéphane
Delpierre Pierre

Assistant Ingénieur
Technicien
Ingénieur de recherche
Assistant Ingénieur
Ingénieur d'études
Ingénieur de recherche
Technicien (Université)
Technicien
Ingénieur de physique
nucléaire

Destelle Jean-Jacques
Devarieux Marie-Pierre
Devic Stéphane
Dinkespiller Bernard *
Djama Farès
Duval Pierre-Yves
Etienne François
Favard Stéphane
Gally Yves *
Gimenez Jean-Luc
Grégoire Caroline
Hallewell Grégory
Ingarsia Guy
Jaquet Marc

Ingénieur de recherche
Ingénieur d'études
Technicien
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur de recherche
Assistant Ingénieur
Vacataire
Ingénieur de recherche
Assistant Ingénieur
Ingénieur de recherche

Jevaud Michel *
Kachelhoffer Thomas
Karst Pierre
Kermiche Smaïn
Labat Daniel
Laugier Danièle
Leclercq Ortal Véronique
Le Van Suu Auguste
Léon Franck
Liotard Pierre-Louis
Loesch Jean-Jacques *
Loit Laurence
Lopez Laure *
Martin Laurent
Meessen Christophe
Menouni Mohsine
Miltgen Claudine *
Mouthuy Thierry
Munoz Jocelyne
Olivetto Christian
Olivier Christian
Ollive Patrick
Péron Marlène

Potheau Rémy
Qian Zuxuan
Raguet Jacques
Raymond Michel
Repetti Bernard
Réthoré Frédéric
Ricard Michel
Richer Isabelle
Rondot Christophe *
Royon Jérôme
Santoni Jean-Marc
Sauvage Dominique
Schiano Frédérique
Segura Danielle
Thulasidas Manoj *
Tsaregorodtsev Andreï
Valin Isabelle
Vigeolas Eric

Assistant Ingénieur
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur de recherche
Adjoint technique
Ingénieur d'études
Assistant Ingénieur
Technicien
Assistant Ingénieur
Ingénieur de recherche
Ingénieur d'études
Ingénieur de recherche
Adjoint administratif
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Technicien
Secrétaire
d'administration de la
recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur d'études
Ingénieur de recherche
Ingénieur d'études
Ingénieur d'études
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur de recherche
Technicien
Ingénieur d'études
Ingénieur de recherche
Adjoint Technique
Adjoint Technique
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche
Ingénieur de recherche

CONTRATS EMPLOI SOLIDARITÉ (CES)

Bertrand Céline
Icard Jocelyne

* Personnel ayant quitté le CPPM

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

SIGLES ET ACRONYMES

ALEPH

ANTARES

ASIC

ATLAS

CC-IN2P3

CEA

CERN

CES

CNAM

CNRS

CPLEAR

D0

DAPNIA

DESY

DMILL

DSM

DSP

DTA

ESRF

FERMILAB

FPGA

GDR

H1

HERA

IFREMER

IN2P3

ITA

KEK

DÉVELOPPÉ

Apparatus for LEP physics

Astronomy with a neutrino telescope and abyss environmental research

Application specific integrated circuit

A toroid LHC apparatus

Centre de calcul de l'IN2P3

Commissariat à l'énergie atomique

Laboratoire européen pour la physique des particules

Contrat emploi solidarité

Conservatoire national des arts et métiers

Centre national de la recherche scientifique

Département d'astrophysique, de physique des particules, de physique nucléaire et de l'instrumentation associée

Deutsches elektron synchrotron

Durci mixte sur isolant logico-linéaire

Direction des sciences de la matière

Digital signal processor

Direction des technologies avancées

Electron synchrotron radiation facility

FERMI national laboratory

Field programable gate

Groupement de recherche

Hight energy ring accelerator

Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

Institut national de physique nucléaire et de physique des particules

Ingénieurs, techniciens, administratifs

National laboratory high energy physics

EXPLICATIONS

Une des 4 expériences installée auprès du collisionneur électron-positron du Cern à Genève

Programme européen de recherche et développement pour un détecteur sous-marin de neutrinos cosmiques de haute énergie

Circuit intégré spécifique à une application

Expérience généraliste qui sera installée auprès du futur collisionneur proton-proton du Cern à Genève

Unité de service et de recherche de l'IN2P3 dédié au calcul scientifique

Etablissement public à caractère industriel et commercial

Laboratoire installé à Genève

Etablissement public d'enseignement supérieur et de recherche du MENRT

Etablissement public à caractère scientifique et technologique

Expérience qui étudie la violation de CP, T et CPT dans le système des kaons neutres au Cern à Genève

Expérience installée auprès du collisionneur proton-proton Tevatron à Fermilab aux Etats-Unis

Département du CEA/DSM

Laboratoire allemand de physique des particules, installé à Hambourg

Technologie « durcie » pour résister aux radiations

Direction du CEA

Processeur de traitement de signal

Direction du CEA

Equipement de rayonnement synchrotron installé à Grenoble

Laboratoire américain de physique des particules, installé près de Chicago

Circuit numérique programmable

Expérience installée auprès du collisionneur HERA à Hambourg

Collisionneur électron-proton installé à DESY, Hambourg

Etablissement public à caractère industriel et commercial

Institut du CNRS

Laboratoire des hautes énergies installé à Tsukuba, Japon

KLOE		Expérience installée à Frascati pour étudier les symétries CP, T et CPT dans le système des kaons neutres
LAL	Laboratoire de l'accélérateur linéaire	Laboratoire de l'IN2P3
LEAR	Low energy antiproton ring	Accélérateur d'antiproton de basse énergie du Cern à Genève
LEP	Large hadron collider Collisionneur électron-positron du Cern à Genève	
LETI	Laboratoire d'électronique, de technologie et d'information	Laboratoire du CEA/DTA
LHC	Large hadron collider	Futur collisionneur proton-proton du Cern à Genève
LHCb		Expérience dédiée à l'étude de la violation de CP dans le secteur de la beauté auprès du futur collisionneur proton-proton du Cern à Genève
LPNHE Paris	Laboratoire physique nucléaire et hautes énergies	Laboratoire de l'IN2P3
LSP	Lightest supersymmetric particle	Particule supersymétrique la plus légère
MENRT	Ministère de l'éducation nationale de la recherche et de la technologie	
MSSM	Minimal supersymmetric model	Modèle standard supersymétrique minimal
mSUGRA	minimal super gravity model	Modèle standard supersymétrique minimal qui inclut la gravitation
NA48		Expérience installée au Cern à Genève qui étudie la violation directe de la symétrie CP dans le système des kaons neutres
NMSSM	Non minimal supersymmetric model	Modèle standard supersymétrique non minimal
OPSV	Opérations scientifiques ventilées	
OPSNV	Opérations scientifiques non ventilées	
PCSF	Pentium central simulation facility	Ferme de calcul du Cern constituée de machines reliées par un réseau à grand débit
QCD	Quantum chromodynamics	Théorie de la chromodynamique quantique
RD13	A Scalable Data Taking System at a Test Beam for LHC P	Programme de recherche et développement qui étudiait un système d'acquisition de données modulaire et extensible au Cern à Genève
RD42	Diamond Tracking Detectors for LHC	Programme de recherche et développement qui étudie les " détecteurs diamant " au Cern à Genève
RTM	Resin transfer molding	Moulage par transfert de résine
SLAC	Stanford linear accelerator center	Laboratoire de physique des particules, installé à l'université de Stanford en Californie aux Etats-Unis
SPP	Service de physique des particules	Service du DAPNIA
SUSY	Supersymmetry	Théorie supersymétrique des particules élémentaires
TDR	Technical design report	
TEVATRON		Collisionneur proton-antiproton implanté à Fermilab aux Etats-Unis
VME	Versa module eurocard	Standard de communication entre cartes électroniques au format europe

INDEX

MOTS-CLÉS

PREMIÈRE(S) PAGE(S) DU (DES) CHAPITRE(S) CONCERNÉ(S)

Acquisitions de données en temps réel	26, 39
Beauté	8, 30
Boson de Higgs	8, 16
Calorimètre électromagnétique	16, 24, 42
Carte électronique analogique	34
Carte électronique numérique	34
Circuits intégrés	34
Détecteur silicium à pixels	16, 34, 42
Détecteur de micropistes au silicium	24
Détection lumière Cherenkov	12
Exploitation de système informatique	39
Ferme de filtrage des événements en temps réel	16, 39
Fermions excités	26
Fréquence d'oscillation du méson B_s	8
HERA	26
LEAR	22
LEP	8
LHC	16, 30
Machines à commande numérique	42
Microélectronique	34
mSUGRA	16, 32
Neutrinos cosmiques de haute énergie	12
Oscillations des neutrinos	12
Pièces mécaniques de haute précision	42
Recherche de particules supersymétriques	8, 12, 16, 24, 26
Recherche indirecte de matière noire	12
Section efficace totale de production $e^+e^- W^+W^-$	8
Sous-structure des quarks	26
Structure du proton	26
Supersymétrie	8, 12, 16, 24, 26, 32
Symétrie CPT	22
Symétrie R-parité	8, 16, 26, 32
Système de déclenchement	30, 34
Système des kaons neutres	22
Systèmes mécaniques complexes	42
Techniques de simulation	39
Technologies marines	12
Télescope à neutrinos	12, 42
Tevatron	24
Transmission sur fibre optique	34
Violation de la symétrie de CP	22, 30
Violation de la symétrie par renversement du sens du temps	22

CRÉDITS PHOTOGRAPHIQUES

Chafik Benchouk p. 18, Magali Damoiseaux p. 57, DAPNIA/CEA p. 13, Pierre Karst p. 44, Laurence Médard CNRS p. 73, François Montanet p. 14, Francis Quintric CNRS-CRMC2 p. 34, 35, 36, François Touchard p. 41.

163, avenue de Luminy

- Case 907 13288

Marseille cedex 09

Téléphone : 04 91 82 72 00

Télécopie : 04 91 82 72 99

• <http://marwww.in2p3.fr>

CENTRE DE PHYSIQUE DES PARTICULES DE MARSEILLE



IN2P3

INSTITUT NATIONAL DE PHYSIQUE NUCLÉAIRE
ET DE PHYSIQUE DES PARTICULES



CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

